Elektronica en Telecommunicatie 1

Gemeenschappelijke publikatie van de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.v.I. en het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.
Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

621.395.34:621.395.64

Gründe zur Einführing der elektronisch gesteuerten Albiswerk - Crosspoint - Technik mit ESK-Koppler [1])

von **E. Georgii,** Direktor der Technischen Abteilung der Albiswerk Zürich AG



Summary: *Motives which led to the electronically controlled Albiswerk Crosspoint Technique with ESK connecting network.*
The author describes the facts which led to the system-design with fast electromechanical connecting network and common electronic control. In detail are discussed two fast crosspoint elements i.e. the reed relay and the ESK relay (highspeed relay with noble-metal contacts).

1. Einleitung

Grundsätzlich besteht ein modernes Vermittlungssystem aus dem *Koppelnetz* und dem *Steuernetz* (Bild 1). Das Koppelnetz dient der Sprechwegedurchschaltung und das Steuernetz der Informationsverarbeitung und Verbindungsmarkierung. Bei der Konzipierung einer neuen Vermittlungszentrale muss sich der Vermittlungstechniker darüber klar werden, welchen Weg er im Systemaufbau beschreiten soll und was für Bauelemente ihm zur Verfügung stehen.

Betrachtet man das *Koppelnetz*, so ist zwischen Raumvielfach- und Zeitvielfachkoppelnetz zu unterscheiden. Alle konventionellen Wählervermittlungen verwenden im Koppelnetz das Raumvielfach (Bild 2). Für jeden Sprech- oder Verbindungsweg steht mindestens ein Leiter zur Verfügung. Uber den Verbindungsweg wird die Nachricht kontinuierlich übertragen. Aus wirtschaftlichen Gründen verläuft ein Verbindungsweg in der Regel über mehrere Koppelstufen, die untereinander über Zwischenleitungen verbunden sind.

In einem Zeitvielfachkoppelnetz steht für eine grössere Zahl Verbindungswege nur ein gemeinsamer Leiter, die Zeitmultiplex-Leitung, zur Verfügung. Die Nachricht wird mit Hilfe von modulierten Pulsen diskontinuierlich übertragen. Mehrere Nachrichten müssen in Pulsform zeitlich gestaffelt und ineinandergeschachtelt übertragen werden (Bild 3). Vom Koppelnetz wird hohe Ubertragungsgüte und aus Rücksicht auf eine wirtschaftliche Steuerung kurze Durchschaltezeit gefordert.

Auch dem *Steuernetz* einer Vermittlungsanlage kann sowohl das Raumvielfach als auch das Zeitvielfach oder die Zeitstaffelung zugrunde gelegt werden. Eine dezentrale Steuerung führt in der Regel zum Raumvielfachbetrieb und eine zentrale Steuerung wird nach dem Zeitstaffelungs- oder Zeitvielfachverfahren betrieben (Bild 4). Das Zeitstaffelungsverfahren arbeitet

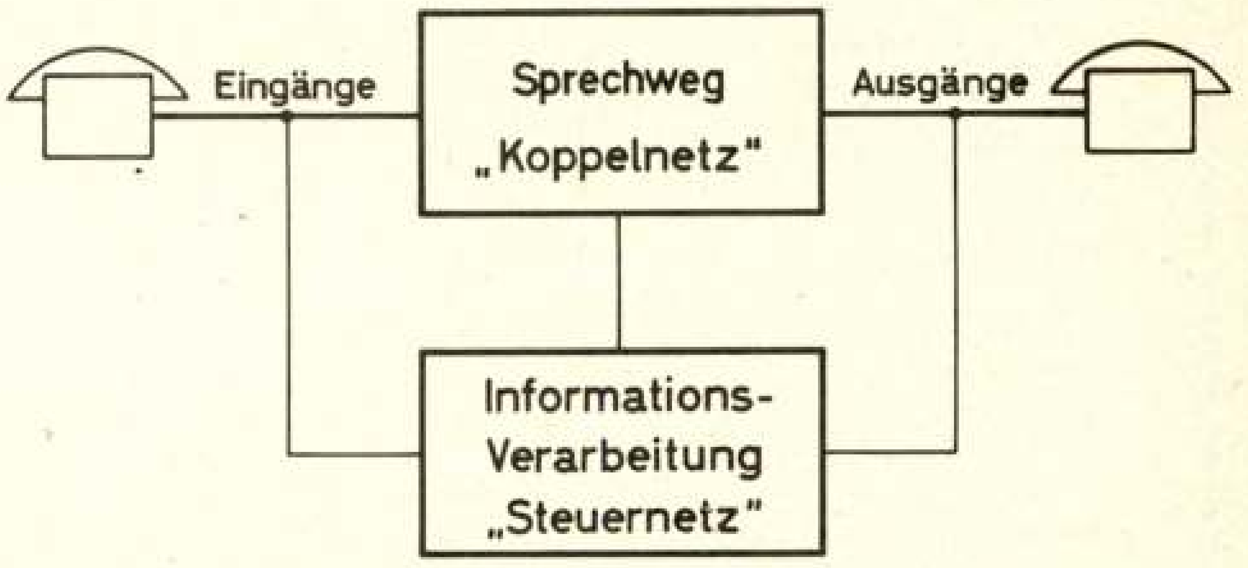


Bild 1. Prinzip eines automatischen Vermittlungssystems.

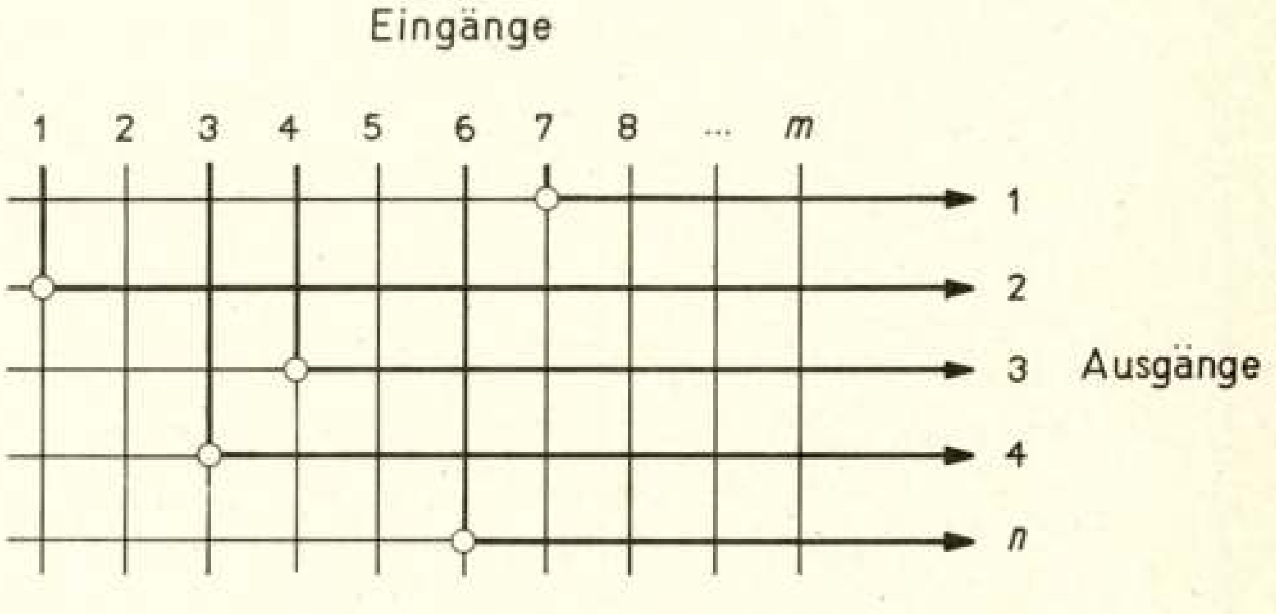


Bild 2. Raumvielfach mit $m \cdot n$ Koppelpunkten.

[1]) Voordracht gehouden voor het Genootschap van Ingenieurs der PTT en de Sectie voor Telecommunicatietechniek op 21 september 1967 te Utrecht. Zie ook *De Ingenieur* 1967, nr. 35, blz. A 525.
Manuscript ontvangen 24 juli 1968.

asynchron und wird auch 'one-at-a-time'-Prinzip genannt. Im Steuernetz wird aus verbindungstechnischen und wirtschaftlichen Gründen das Hauptgewicht auf grosse Schaltgeschwindigkeit gelegt.

2. Bauelemente

Zweifellos brachte die Entwicklung neuer Bauelemente einen grossen Wandel im Aufbau moderner Vermittlungseinrichtungen. Als wichtigste Bauelemente stehen heute Crossbar-Schalter, schnelle Magnetfederrelais, Halbleiter und Ferrit-Kerne zur Verfügung (Bild 5).

Die Ausnützung der Vorzüge dieser Bauelemente zeigt ganz neue Wege im Systemaufbau. Es wäre sicher falsch, die neuen Bauelemente in den alten Schaltungen verwenden zu wollen, denn dann kämen nicht alle ihre Vorzüge zur Anwendung. Bei der Vielfalt der offerierten Bauelemente ist für den Entwicklungsingenieur wohl eine der wichtigsten Überlegungen, wo soll er was einsetzen? Dem Trend der Zeit folgend, versucht natürlich auch der Vermittlungstechniker, wo es sinnvoll ist, elektronische Lösungen anzuwenden.

3. Aufbau des Steuernetzes

Die Informationsverarbeitung und die Steuervorgänge lassen sich mit den bekannten elektronischen Bauelementen auf vorteilhafte Weise lösen. Zu erwähnen ist jedoch, dass die Steuereinrichtung nicht in erster Linie die Aufgabe eines Computers zu lösen hat, denn die Vermittlung von Gesprächen verlangt weniger arithmetische Operationen als die Verknüpfung von Einzeldaten. Eine weitmöglichste Zentralisierung der Steuermittel ist aus wirtschaftlichen und technischen Gründen vorteilhaft, wobei die Steuerung dann nach dem 'one-at-a-time-Prinzip erfolgt. Die Zentralisierung nützt die hohe Schaltgeschwindigkeit und die Unabhängigkeit von der Schalthäufigkeit der elektronischen Bauelemente wirklich aus (Bild 6).

Vom betrieblichen Standpunkt aus bietet eine zentrale Steuerung den Vorteil, dass Änderungen im Arbeitsprogramm der Anlage nur an einer Stelle vorzunehmen sind. Das gesamte betriebliche Verhalten eines Amtes kann verhältnismässig leicht programmiert werden. Weiter wird der zentrale Steuerteil dazu herangezogen, durch Routineprüfprogramme die Betriebsbereitschaft der Anlage laufend zu überwachen.

Eine wichtige Frage, die die Vermittlungstechniker heute stark beschäftigt, ist die Art der Programmierung. Das Arbeitsprogramm kann in fester oder rangierbarer Verdrahtung festgehalten werden. Neuzeitlicher, anpassungsfähiger und schneller veränderbar ist das Einschreiben der Programme in einen Kernspeicher. Allerdings verlangt die Programmierung einen verhältnismässig grossen Arbeitsaufwand.

Da Fehler in einer zentralen Steuerung verhängnisvoller sind als in dezentralisierten Stromkreisen, muss der Funktionssicherheit der Steuerkreise besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Das Bereitstellen von Ersatzgeräten ist absolut notwendig, wobei sich eine mit dem Hauptgerät abwechselnd oder dauernd arbeitende Reserve besser bewährt als eine nicht in Betrieb stehende.

Schlussfolgerung: Das zu wählende Konzept für das *Steuernetz* ist eindeutig die zentralisierte Steuerung mit elektronischen Bauelementen. Die Hauptvorteile dieser Lösung sind kein mechanischer Verschleiss, hohe Arbeitsgeschwindigkeit und Flexibilität in der Anwendung.

4. Aufbau des Koppelnetzes

4.1. *Elektronische Lösungen*

Elektronische Koppelpunkte im Raumvielfach können z.B. mit Vierschicht-Dioden aufgebaut werden. Zur Erfüllung der von den Fernmeldebetrieben geforderten übertragungstechnischen Bedingungen müssen diese Koppelpunkte nahezu die Eigenschaften elektromechanischer Edelmetallkontakte aufweisen. Diese Eigenschaften, nämlich kleiner Durchlasswiderstand, hoher Sperrwiderstand, kleine Kapazität und grosse Schaltleistung, weist bis heute kein elektronischer Koppelpunkt auf. Auch sind die Kosten eines elektronischen Koppelpunktes ganz erheblich und zwingen unter Umständen zur einadrigen Ausführung der Sprechwege, was aber vor allem in Bezug auf die Nebensprechdämpfung neue Probleme aufwirft.

Für die Zukunft aussichtsreicher scheint eine Durchschaltung der Sprechwege nach dem Zeitvielfachprinzip. Trotz der Anwendung der Resonanzübertragung ist es bis heute aber wie beim elektronischen Raumvielfachkoppler nicht gelungen, die von den Verwaltungen geforderte niedrige Durchgangsdämpfung zu erreichen.

Elektronische Lösungen des Koppelnetzes verlangen auch eine neue Konzeption der Teilnehmerstation mit Tonruf und transistorisiertem Mikrophon, was einen hohen Aufwand bei jeder Sprechstelle bedeutet. Aus all den erwähnten Gründen scheidet vorläufig eine elektronische Lösung des Koppelnetzes aus.

4.2. *Elektromechanische Lösungen*

Die erheblichen Schwierigkeiten, die ein elektronisches Koppelnetz technisch und wirtschaftlich bereitet, können umgangen werden, wenn man einen elektromechanischen Koppelpunkt wählt. Ein zweckmässiger Edelmetallkontakt erfüllt bekanntlich alle an einen Koppelpunkt gestellten Forderungen. Warum

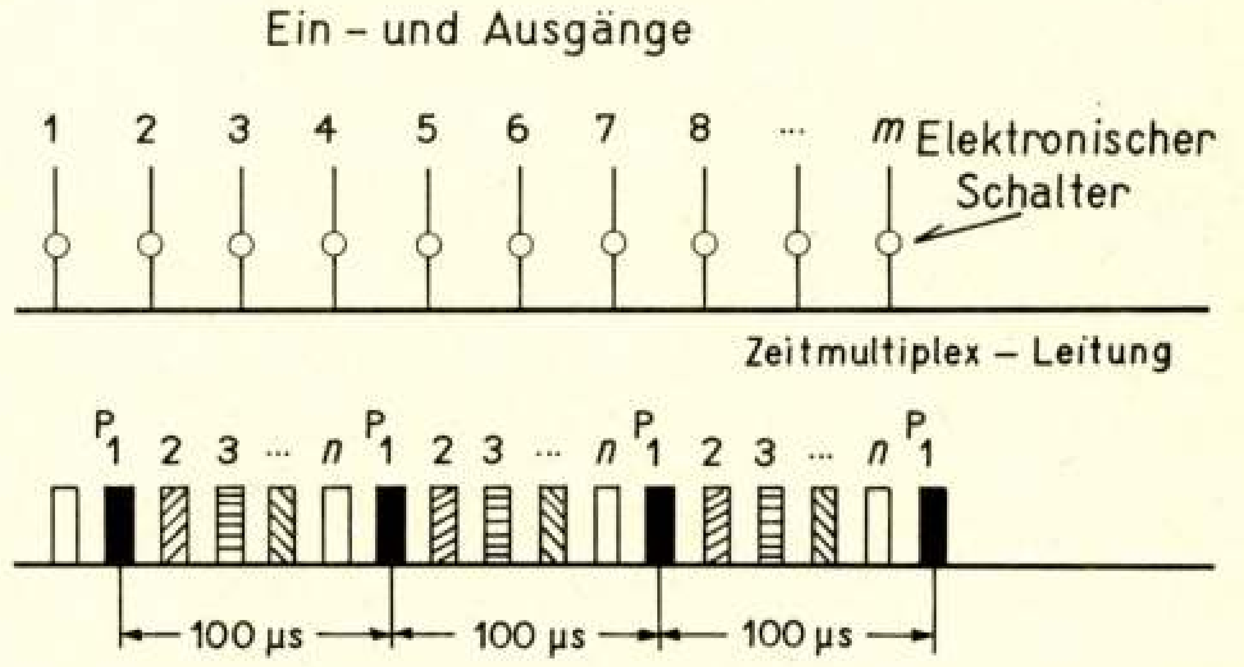


Bild 3. Zeitvielfach mit *m* Koppelpunkten und *n* Abtastimpulsen.

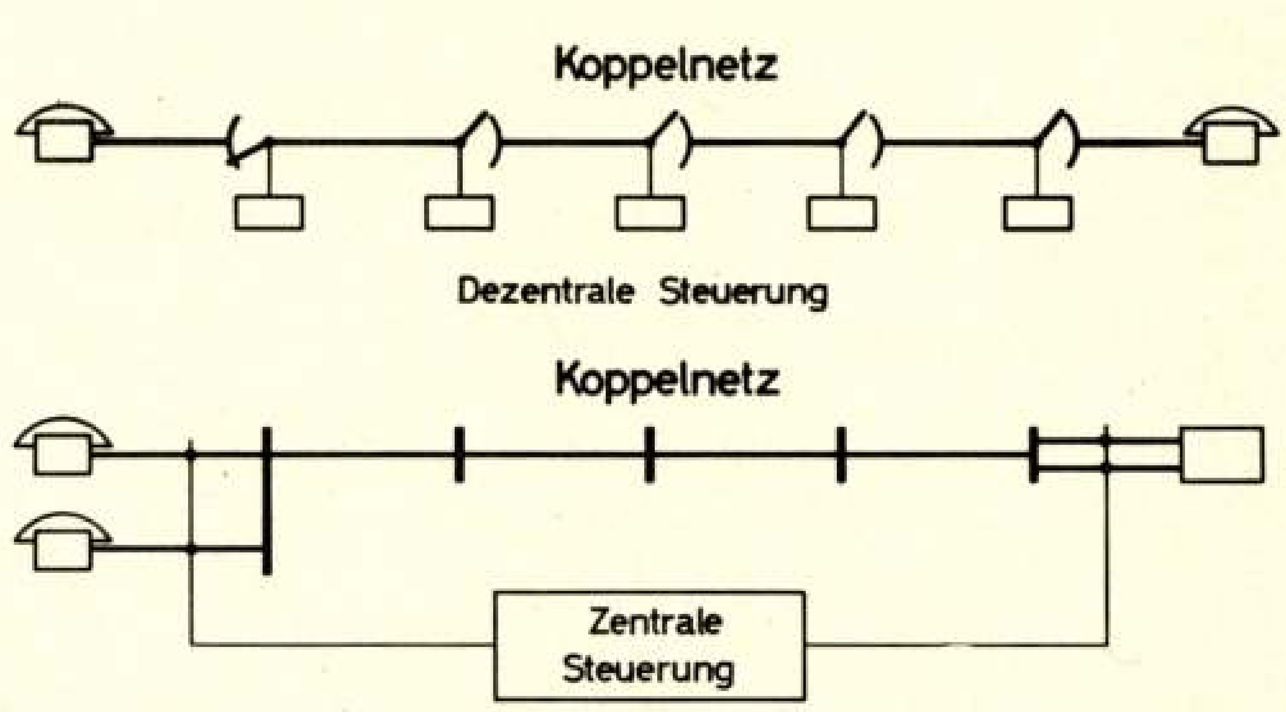


Bild 4. Dezentrale und zentrale Steuerung.

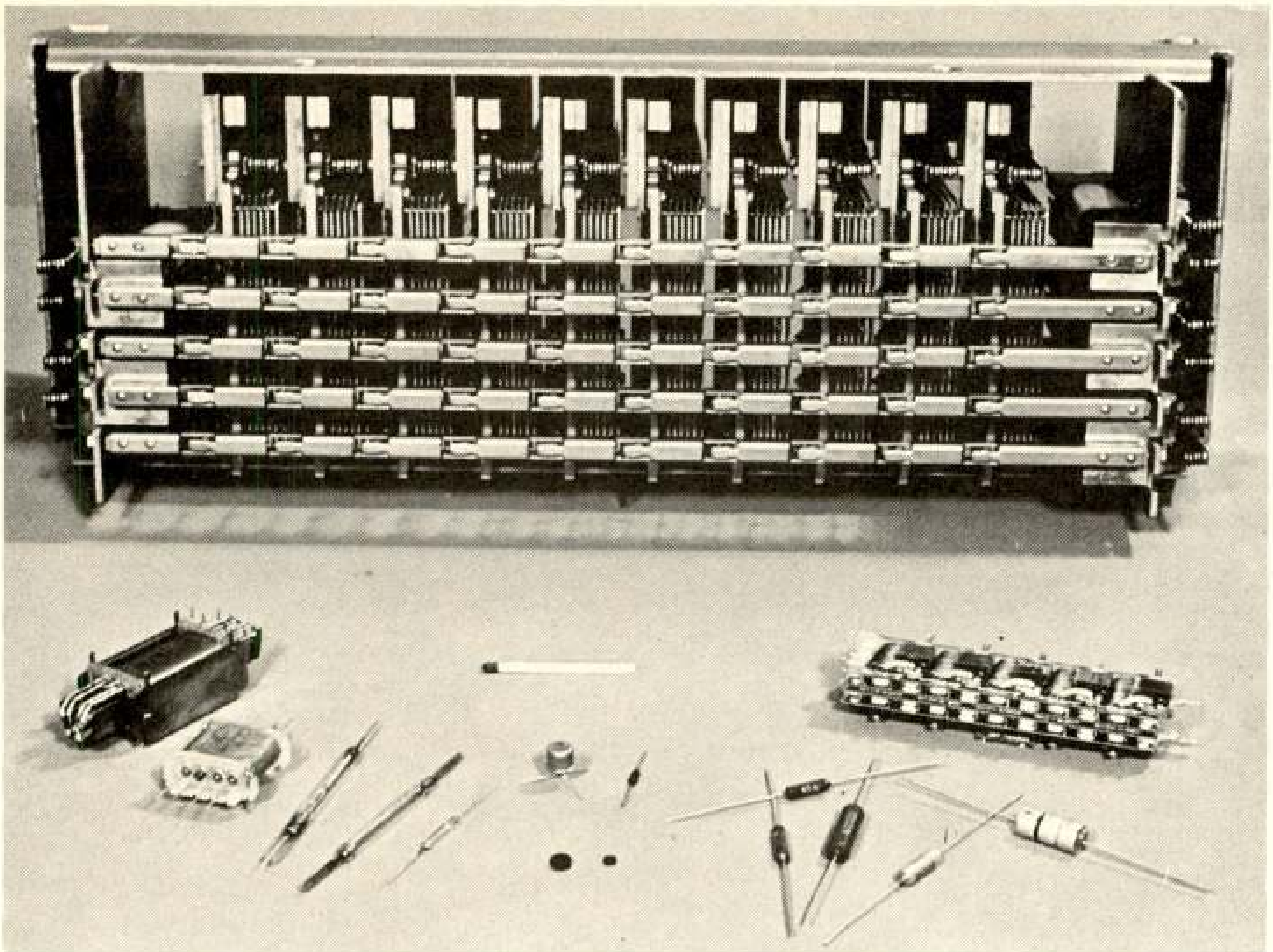


Bild 5. Neuzeitliche Bauelemente der Vermittlungstechnik.

soll man nicht die vorteilhaften Eigenschaften der Bauelemente ausnützen und sie dort einsetzen, wo es sinnvoll ist? Diese Auslegung führt heute zwangsläufig zum elektronisch gesteuerten System, bei welchem ein elektromechanisches Raumvielfachkoppelnetz elektronisch gesteuert wird.

Welches elektromechanische Koppelelement ergibt nun für eine elektronische Steuerung eine günstige Lösung? Vor dieser Frage stand die Albiswerk Zürich AG im Jahre 1960. Angeboten haben sich der Crossbar-Schalter und schnelle Magnetfederrelais. Durch die erwähnte Festlegung auf eine zentralisierte elektronische Steuerung scheidet der Crossbar-Schalter wegen seiner zu langen Durchschaltezeit aus. Die zur Zusammenarbeit der schnellen und langsamen Bauelemente notwendigen Pufferstromkreise bedeuten einen zusätzlichen Aufwand. Um zu einer wirtschaftlichen Lösung zu kommen, erfordert die elektronische Steuerung ein Koppelnetz, dessen Schaltgeschwindigkeit so mit jener der Steuerelemente harmoniert, dass beide Einrichtungen unmittelbar zusammenarbeiten können. Verkehrsberechnungen haben ergeben, dass zeitlich bei einem solchen System für das Durchschalten der Sprechwege nur wenige Millisekunden zur Verfügung stehen. Mit einer Schaltzeit von ungefähr 2 ms genügen dieser Forderung zur Zeit das von den Bell Laboratorien bereits im Jahre 1938 patentierte Schutzgaskontakt-Relais und das von Siemens im Jahre 1957 auf den Markt gebrachte Edelmetall-Schnellkontakt-Relais, abgekürzt ESK-Relais.

Grundsätzlich war vor sieben Jahren der Entscheid zu fällen zugunsten des *geschützten* oder *ungeschützten Koppel-Kontaktes*. Dies setzte eingehende Untersuchungen und Vergleiche in Bezug auf Schutzgaskontakte und ESK-Relais voraus. Natürlich kamen in den vergangenen sieben Jahren zu den damals gewonnenen Erkenntnissen wertvolle Erfahrungen hinzu.

5. Der Schutzgaskontakt

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf den meist verwendeten Schutzgasarbeitskontakt im Glasrohr mit eindiffundiertem Gold an der Einfach-Kontaktstelle (Bild 7). Der allgemein anerkannte und in die Augen stechende Vorteil des Schutzgaskontaktes ist sein absoluter Schutz gegen atmosphärische Einflüsse. Es muss aber erwähnt werden, dass bei der Konstruktion der heute greifbaren Schutzgaskontakte fast alle Prinzipien, die man für offene Kontakte als unbedingt nötig erachtet, nicht berücksichtigt wurden. So fehlen der mechanisch entkoppelte Doppelkontakt, ausreichende statische und dynamische Kontakt- und Abreisskräfte, der Kontaktnachlauf, die definierte kleine Kontaktstelle sowie metallisch homogene Edelmetallkontakte. Dass die dadurch entstehenden Nachteile jedoch ernst genommen werden müssen, geht daraus hervor, dass sie durch die ältesten Hersteller in der Literatur offen diskutiert werden.

So ist in einem Artikel über 'Evaluating Sealed Contacts' in den Bell Laboratories Record vom Mai 1966 zu lesen: 'Sealed contacts are subject to two basic kinds of failures: *poor electrical contact*, resulting in a high, unstable resistance while the contacts are closed; and *failure to release properly*. The first condition can occur early in a contact's life because the contact surface is contaminated with foreign matter, or late in its life because the thin, precious metal surface wears through. The surface wears, although the crosspoints do not make or break current, because of minute electric arcs that result when closing

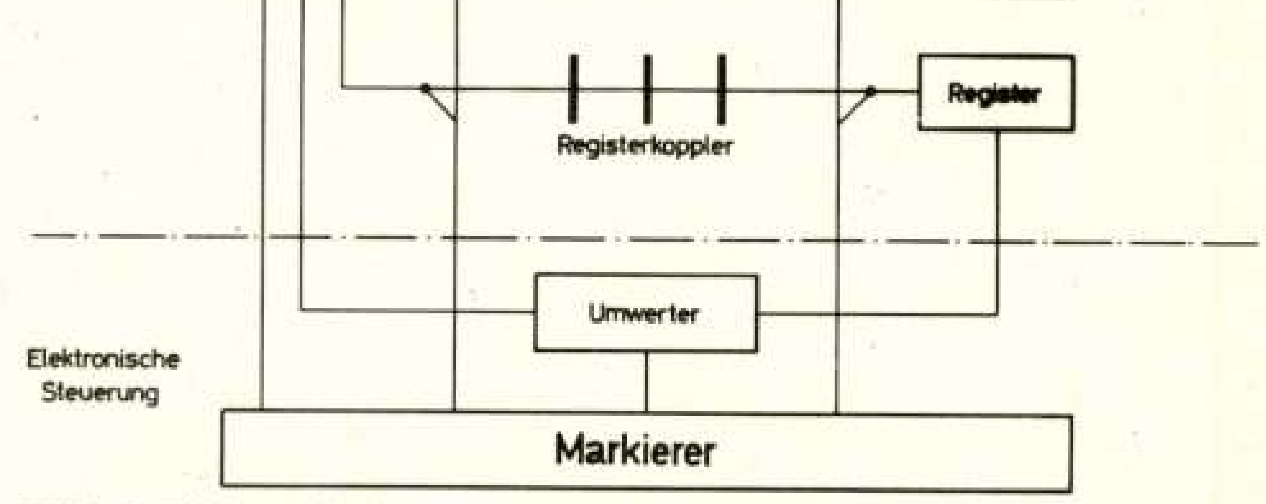


Bild 6. Elektronisch gesteuertes ESK-Fernwählamt.

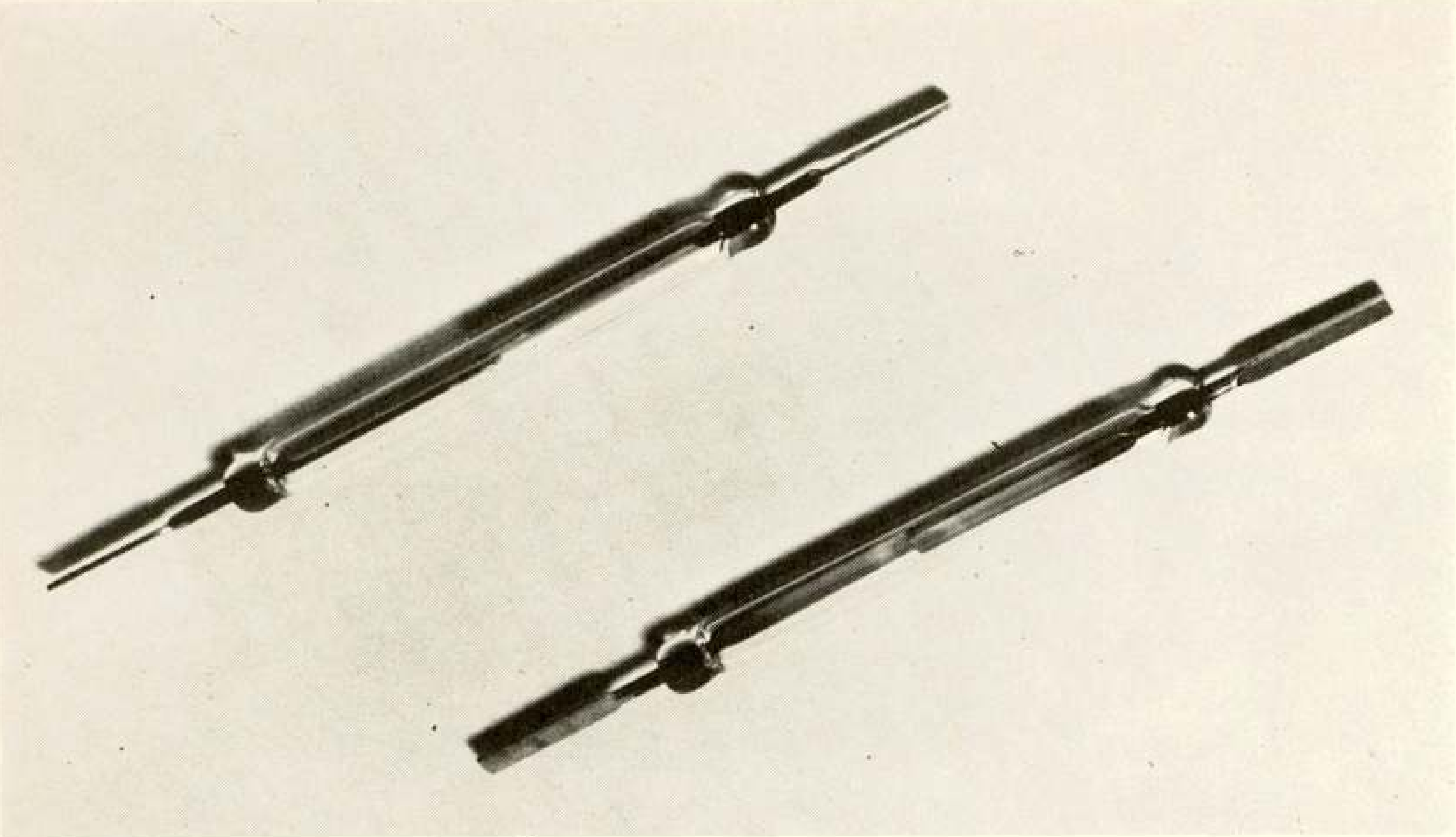


Bild 7. Schutzgaskontakt.

contacts discharge the capacitance of the lines to which the contacts are connected. Contacts fail to release if they become bonded together, a condition believed to be mainly caused by cold welding of the precious-metal surfaces'.

Auch im Automatic Electric Technical Journal vom April 1967 werden gleiche Probleme besprochen. Es stehen demnach zwei Mängel zur Diskussion, und zwar *slechter elektrischer kontakt* und *nicht Öffnen des Kontaktes.*

5.1. Schlechter elektrischer Kontakt

Da kein Doppelkontakt vorhanden ist und der Kontaktdruck nur ungefähr 4 g beträgt, ist der flache Schutzgaskontakt auf eingebauten Staub oder Erosionsprodukte, die Unterbrüche verursachen können, äusserst anfällig. Damit Schmutz nicht schon im voraus in die Kapseln eingebaut wird, sind an die Sauberkeit in der Fertigung, d.h. an die Reinheit der Einzelteile, des Schutzgases und der Fertigungsräume besondere Forderungen zu stellen. Durch Materialwanderung erzeugte Spitzen oder die Abnützung der dünnen Goldschicht verursachen hohe Kontaktwiderstände.

5.2. Nicht Öffnen des Kontaktes

Zur Herabsetzung des Kaltschweissens wird das üblicherweise verwendete Kontaktmaterial Gold eindiffundiert. Es zeigt sich aber noch ein anderer Schweissvorgang der zum Kleben der Kontakte führt. Er entsteht beim Abschalten induktiver Lastkreise über Kabel, wobei Prellvorgänge im Laufe des Öffnungsvorganges eine entscheidende Rolle spielen. Sehr verhängnisvoll kann sich die auch im Schutzgas stattfindende Materialwanderung auswirken, indem das bekannte 'Verhaken' zwischen Kathodenkratern und Anodenkuppen den Kontakt zum Ausfallen bringt. Die kleine Abreisskraft von ca. 2,5 g und das Fehlen des bei einem konventionellen Kontakt mit Nachlauf vorhandenen dynamischen Abreissvorganges wirken sich hier nachteilig aus. Ein weiterer Fehler zeigt sich als Folge der Kontakterosion. Lose Partikel, die sich gewöhnlich im magnetischen Feld des in der Regel nur ungefähr 0,1 mm betragenden Arbeitsluftspaltes sammeln, verursachen vorübergehende oder dauernde elektrische Kurzschlüsse. Bei der beim Schutzgaskontakt vorkommenden Glimmentladung tritt überdies als Ursache der Lebensdauerbegrenzung die auch bei Glimmlampen bekannte Kathodenzerstäubung auf. Die Zerstäubungsrate, d.h. die Menge an losgelöstem Kontaktmaterial, hängt natürlich eng mit den Schaltkreisbedingungen zusammen.

5.3. Konklusion

Wie man sieht, ist der zur Diskussion stehende Schutzgaskontakt mit verschiedenen technischen Mängeln behaftet. Zweifel gegenüber der Meinung, einerseits mit dem Abschliessen von der Atmosphäre gerade so viele Vorteile einzuhandeln, wie sie andererseits durch die dargelegten konstruktiven Verschlechterungen aus der Hand gegeben werden, sind sicher angebracht. Auch ist es kaum sinnvoll, für den Koppelpunkt einen geschützten Kontakt zu verwenden, wenn in den Funktionsschaltungen

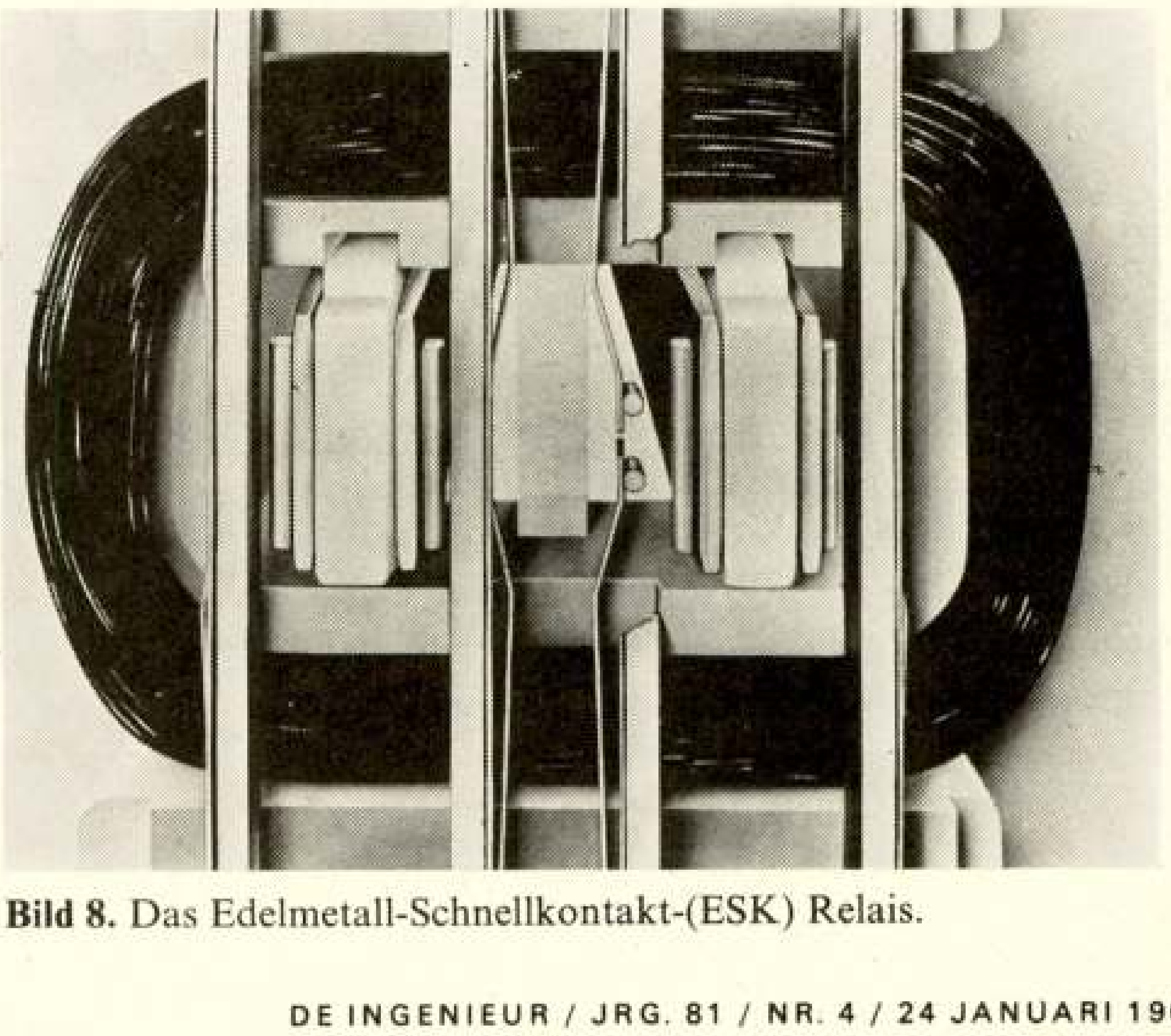


Bild 8. Das Edelmetall-Schnellkontakt-(ESK) Relais.

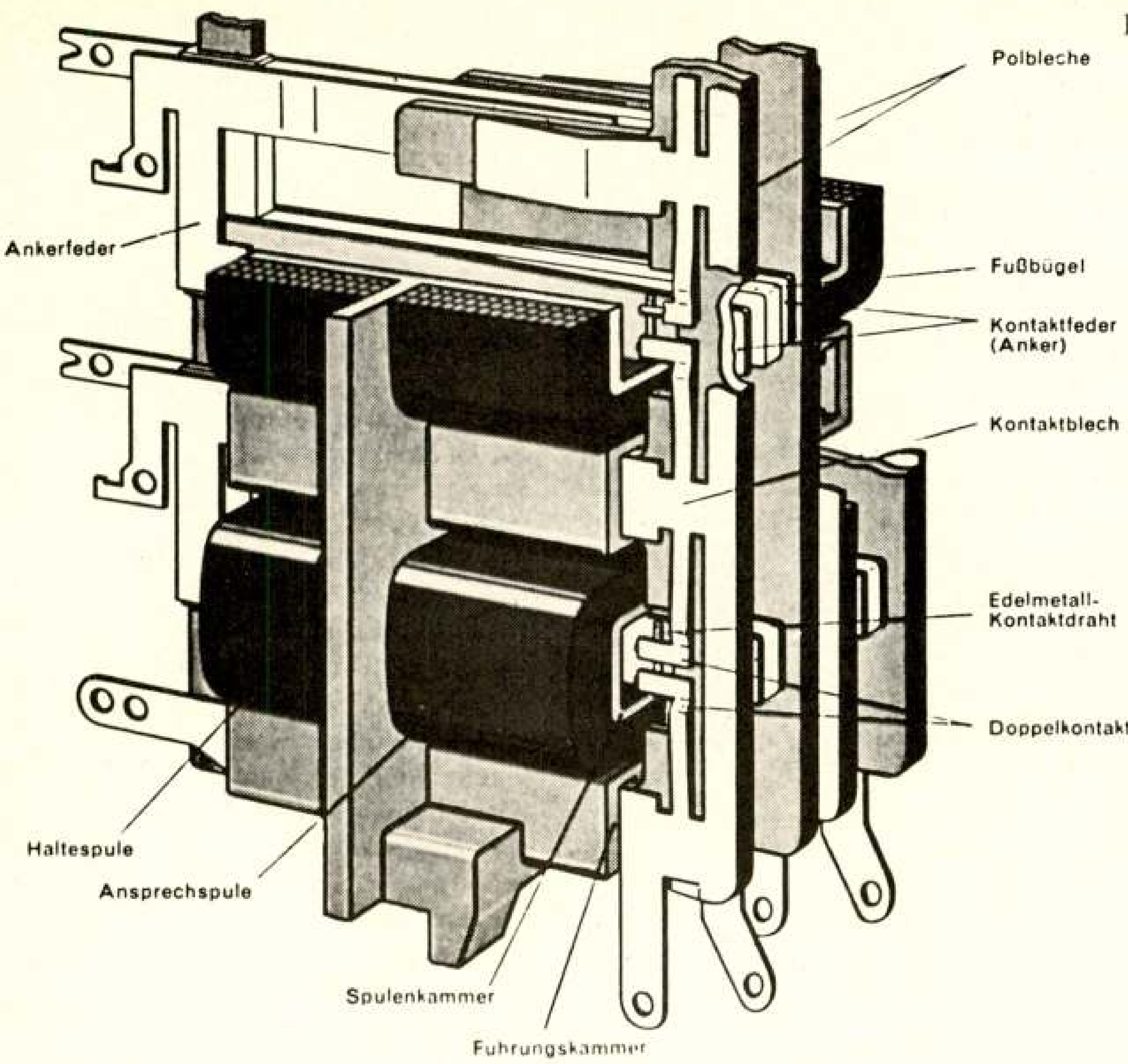


Bild 9. Konstruktiver Aufbau des ESK-Relaisstreifens.

offene Kontakte eingesetzt werden. Für Funktionsschaltungen scheint aber der Schutzgaskontakt wegen der grossen Zahl der geforderten Schaltspiele nicht überall geeignet.

Aus all den aufgeführten Gründen schien es dem Albiswerk nicht ratsam, ein Koppelelement mit soviel Unsicherheiten einzuführen, obwohl für die Zukunft sicher Fortschritte bei der Konstruktion des geschützten Kontaktes zu erwarten sind.

6. Das Edelmetall-Schnellkontakt-(ESK) Relais

Aus der bekannten Aufgabenstellung heraus entstand das von Siemens entwickelte *ESK-Koppelrelais.* Die Ansprechzeit dieses Bauelementes liegt bei ungefähr 2 ms, die Abfallzeit ist kleiner als 1 ms. Abgesehen vom Kontaktanker mit einem Gewicht von 0,4 g gibt es beim ESK-Relais keine bewegten Teile, so dass der mechanische Verschleiss gering und die Lebensdauer gross ist. Bei der konstruktiven Festlegung wurden alle Erkenntnisse, die man aus 40-jährigen Versuchs- und Betriebserfahrungen mit offenen Kontakten gewonnen hat, konsequent verwendet. Mechanische ideal entkoppelte Kreuzdraht-Doppelkontakte mit einer mittleren Kontaktkraft von 20 g und hohem spezifischem Kontaktdruck ergeben auch unter Staubeinfluss eine bisher nicht erreichte Kontaktsicherheit (Bild 8).

Das gewählte Kontaktmaterial aus einer Palladium-Silberlegierung ist sowohl gegen Silbersulfid- als auch 'brownpowder'-Bildung unempfindlich und besitzt eine hohe Abbrandfestigkeit. Ein konstruktiv erzwungener Kontaktnachlauf stellt nicht nur eine genügende Kontaktkraft bei auftretender Abnützung sicher, sondern vervielfacht durch die entstehende Abreissdynamik die statische Abreisskraft von 3,5 g. Die Kontaktöffnung liegt zwischen 0,25 und 0,30 mm. Ein sinnvolles Flussüberlagerungsprinzip führt zu einem grossen magnetischen Fluss im Arbeitsluftspalt und damit zu einer grossen Zugkraft. Jedem Relais sind zwei Spulen zugeordnet, nämlich eine Ansprech- und eine Haltespule.

Jeweils 5 zu einer Baugruppe vereinigte Relais werden von einem aus Kunststoff gespritzten Spulenkörper getragen. Ausser den 5 Spulenkammern besitzt der Spulenkörper sogenannte Führungskammern, die die magnetischen Teile und Federn aufnehmen. Die Kammern haben Rillen, in denen die von beiden Seiten eingeschichteten Teile geführt werden. Alle Teile rasten federnd ein und halten sich in den Führungskammern gegenseitig fest. Der genannte Relaisstreifen hat weder Schrauben noch Nieten und der Zusammenbau beschränkt sich auf das Einstecken der Einzelteile in den Spulenkörper. Jede Justierung erübrigt sich, weil die Rillenführung so ausgebildet ist, dass die erforderlichen Abstände zwangsläufig sichergestellt sind (Bild 9).

Das Relais kann sowohl als Koppelrelais als auch als Funktionsrelais in Relaissätzen oder für Steueraufgaben eingesetzt werden. Koppelstreifen mit 4 oder 6 Arbeitskontakten je Relais enthalten bereits ein Kontaktvielfach und ihre Grösse gestattet in grosser Freizügigkeit eine möglichst optimale Anpassung an berechnete Gruppierungen. Beim Funktionsrelaisstreifen sind die 5 Relais elektrisch voneinander getrennt und jedes Relais enthält 4 Arbeitskontakte oder 2 Arbeits- und 2 Folgeumschaltekontakte. Die Zahl der zulässigen Schaltspiele beträgt 10^9 (Bild 10).

Mit elektronischen Bauteilen zusammen ergibt das ESK-Relais, dessen Kontaktqualität heute von keiner anderen Relaiskonstruktion erreicht wird, elektrisch und mechanisch einen überzeugenden homogenen Aufbau. Auf Grund der vorzüglichen Konstruktion des ESK-Relais hat sich das Albiswerk für dieses Bauelement als Koppelglied wie auch als Funktionsrelais entschieden.

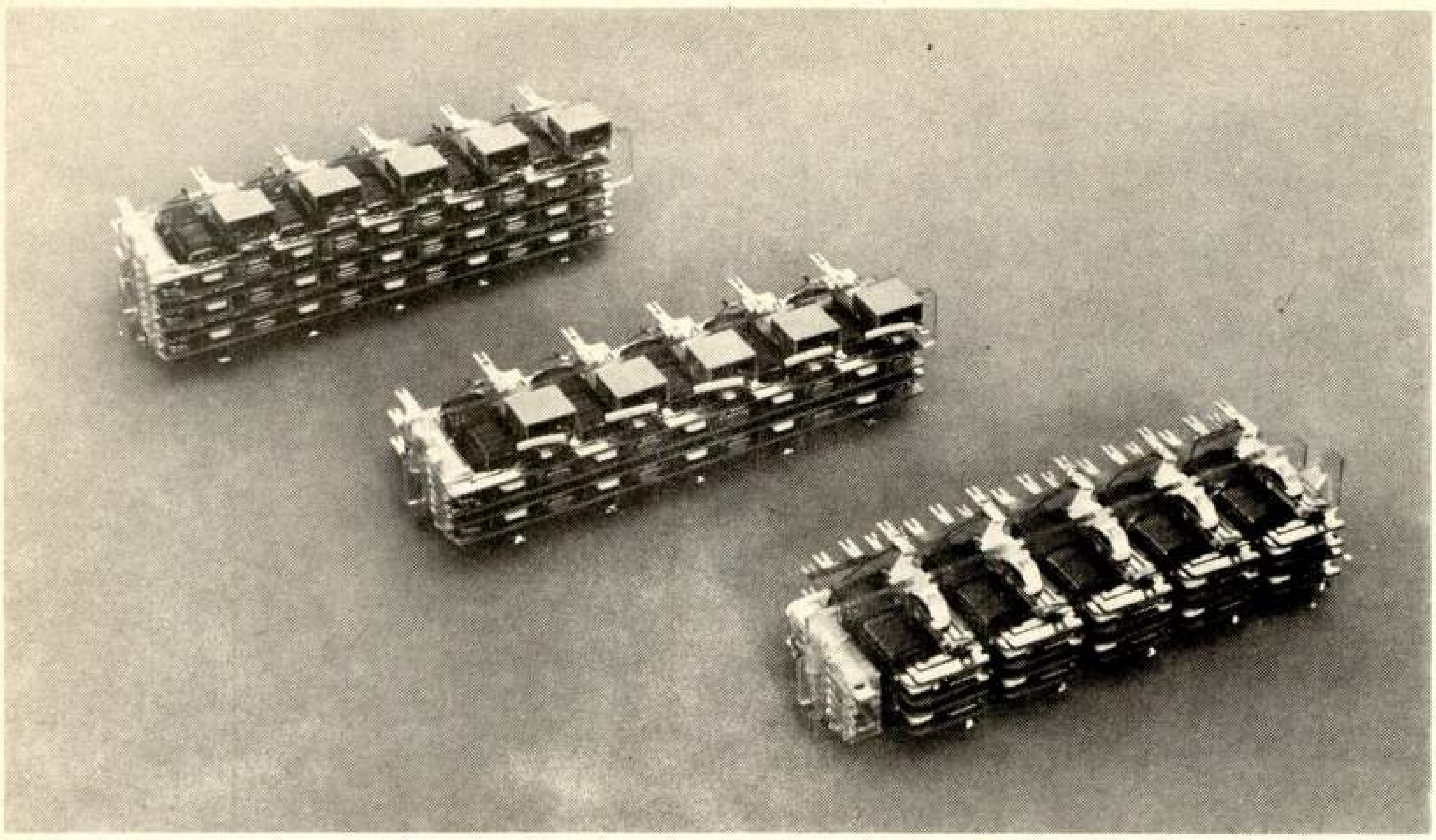


Bild 10. ESK-Koppel- und Funktionsrelaisstreifen.

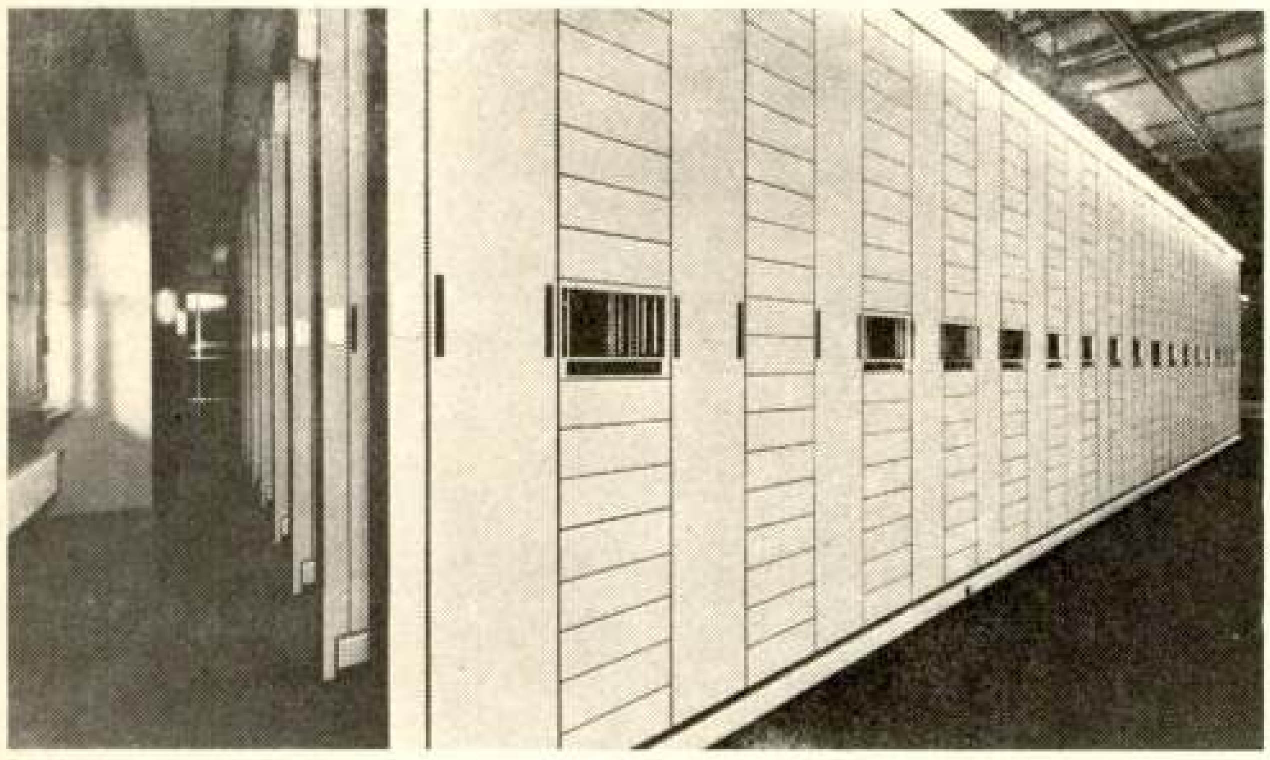


Bild 11. Ansicht eines elektronisch gesteuerten ESK-Fernamtes.

7. Aufbau der Baugruppen und Gestelle

Durch die Verwendung der kleinen ESK-Relais und von Halbleitern ergaben sich beim mechanischen Aufbau der Baugruppen und Gestelle sowie in der Verdrahtung ganz neue Gesichtspunkte. Der frühere flächenartige Aufbau der Gestelle wurde verlassen und die raumsparende Kompaktbauweise in Einheitsgestellen gewählt (Bild 11).

Die neuen Bauelemente, die keiner Justierung mehr zugänglich sein müssen, erlauben ein dichteres Packen, woraus eine wesentliche Raumersparnis resultiert. Die verwendeten Einheitsgestelle können gemischt Elektronik- und Relaisbaugruppen aufnehmen. Dem kompakten Aufbau ist allerdings eine Grenze gesetzt, weil doch eine genügende Wärmeableitung möglich sein muss und zudem eine grössere spezifische Bodenbelastung entsteht.

Alle Baugruppen sind steckbar, wobei jeder Steckdoppelkontakt eine Kontaktkraft von 2 × 200 g aufweist. Als Kontaktelement wurde das seit vielen Jahren bewährte Prinzip der Messersteckverbindung mit beweglicher Kontaktfeder und hohe Kontaktkraft erzeugender Überfeder aus Stahl gewählt. Die Steckbarkeit ergibt für eine rationelle Fertigung, den Transport, die Montage und den Störungsdienst grosse Vorteile.

8. Schlussbetrachtung

Die bis heute gebauten Versuchsämter mit elektronischen Bauelementen zeigen, dass die nahe Zukunft dem teilelektronischen System gehört. Man darf wohl sagen, dass sich der Entschluss des Albiswerkes zur elektronisch gesteuerten ESK-Crosspoint-Technik im Jahre 1960 als richtig erwiesen hat, denn selbst die *heute greifbaren* Reed-Relais erfüllen weder in technischer noch wirtschaftlicher Hinsicht alle Wünsche. Dass bis heute bereits 5 Millionen ESK-Streifen, d.h. 25 Millionen ESK-Relais in Betrieb sind, darf als schöner Erfolg dieses Bauelementes gebucht werden.

Verschiedene Gründe führten zum neuen Konzept. Eine hohe Übertragungsgüte im Sprechwegenetzwerk bedingt Edelmetall-Durchschaltung. Der sich immer über grössere Bereiche ausdehnende Telephonverkehr verlangt heute blitzschnelle Entscheide für die Leitweglenkung. Tastenwahl beim Teilnehmer ist nur sinnvoll, wenn das Vermittlungssystem eine schnelle Verbindungsherstellung ermöglicht. Eine neue Technik sollte überdies in höherem Grade wartungsarm sein als die heutigen Systeme. Weiter erwünscht ist ein wesentlich kleinerer Raumbedarf. Allen diesen Bedingungen und Wünschen kommt das neue elektronisch gesteuerte ESK-System der Albiswerk Zürich AG durch Anwendung eines hochwertigen Edelmetallkontaktes für die Sprechwegedurchschaltung, durch die schnelle elektronische Steuerung, durch den praktischen Wegfall der Mechanik und durch die Miniaturisierung weitgehend entgegen.

Literatur

P. W. Renaut und T. Stathos: 'Evaluating Sealed Contacts', Bell Lab. Record, May 1966, S. 155-158.

T. A. Cioper: 'Characteristics and Applications of Correeds', Automatic Electric Technical Journal, April 1967, S. 224-229.

H. Wilhelm und G. Braumann: 'Das Edelmetall-Schnellkontakt-Relais', Siemens-Zeitschrift, 1957, Heft 4, S. 177-186.

E. Georgii: 'Neuzeitliche Vermittlungstechnik', Technische Mitteilungen der Schweiz. PTT, Nr. 7, 1966, S. 197-209.

v. Sanden/Hoffmann: 'Die internationale Situation in der elektronischen Fernsprech-Vermittlungstechnik', Informationen Fernsprech-Vermittlungstechnik, 1-67, S. 3-11.

621.395.34

Die elektronisch gesteurte Fernwahltechnik ESK A61 [1])

von Dipl.-Ing. O.G. Waas, Albiswerk Zürich AG



Summary: *The Electronically Controlled Trunk Dialling System ESK A61.*
The Electronically Controlled Trunk Dialling System ESK A61 designed by Albiswerk Zürich AG, Switzerland has been put into operation for the first time in Hilversum in September 1967. This subdistrictcenter connects incoming and outgoing national trunk traffic to local exchanges.

The connecting-network built up by ESK relays is controlled by an electronic marker working on a one-at-a-time principle. Analysis of received digits in respect to metering and routing information is performed by electronic translators.

1. Einleitung

Im September 1967 wurde in Hilversum das von der Albiswerk Zürich AG entwickelte elektronisch gesteuerte Fernwählamt System ESK A61 fertiggestellt. Die Subdistrikt-Zentrale Hilversum (Bild 1) vermittelt in beiden Richtungen den interlokalen Verkehr seines Ortsbereiches und der umliegenden Endämter mit den Knoten- und Distriktsämtern der Niederlande. Transitverbindungen zwischen Knotenämtern, obwohl im vorliegenden Fall nicht benötigt, sind im System ESK A61 möglich. Auch eine Ergänzung zur Einführung eines Mehrfrequenzcode-Wählverfahrens ist vorgesehen. Vollautomatische internationale Verbindungen können ebenfalls aufgebaut werden.

Der ESK-Koppelstreifen ermöglicht in freizügiger Weise die Bildung von Koppelvielfachen, die sich zu mehrstufigen Wählanordnungen vereinigen lassen. So gelangt man zu Ausführungen des Sprechwege-Netzwerkes, die sowohl hinsichtlich der Güte als auch der Kosten befriedigen. Für die Steuerung der Verbindungsdurchschaltung, die jeweils nur während verhältnismässig kurzer Zeit in Tätigkeit zu treten hat, erstrebt man eine weitgehende Konzentration. Möglichst viele Aufgaben werden von den unmittelbar mit dem Sprechweg verbundenen Einrichtungen weggenommen und in übergeordneten Einheiten vereinigt. Register nehmen die Wahlinformation auf und senden sie nach entfernten Ämtern weiter. Die Informationsverarbeitung, z.B. für die Zonenausscheidung oder für die Bestimmung des einzuschlagenden Leitweges, wird dem zentralen Umwerter übertragen.

Das Aufsuchen eines geeigneten Weges auf Grund der vom Umwerter bearbeiteten Information übernimmt der Markierer. Diese superzentralen Geräte müssen sehr viele Belegungen in kurzer Zeit ausführen können, und daher äusserst zuverlässig arbeiten. Solche Anforderungen werden mit Vorteil von elektronischen Schaltungen erfüllt. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist gross genug, dass sämtliche Belegungen, eine nach der anderen, abgefertigt werden können, ohne dass dadurch Stauungen hervorgerufen werden. Obwohl für den Betrieb meist ein Umwerter und ein Markierer ausreichen, werden Reserveaggregate mit der nötigen Ersatzschaltungssteuerung bereitgehalten, damit der Betrieb unter allen Umständen aufrechterhalten werden kann. Bild 2 vermittelt eine Übersicht über das System.

[1]) Voordracht gehouden voor het Genootschap van Ingenieurs der PTT en de Sectie voor Telecommunicatietechniek op 21 september 1967 te Utrecht. Zie ook *De Ingenieur* 1967, nr. 35, blz. A 525. Manuscript ontvangen 24 juli 1968.



Bild 1. Subdistrict-Zentrale Hilversum, Amtsraum.

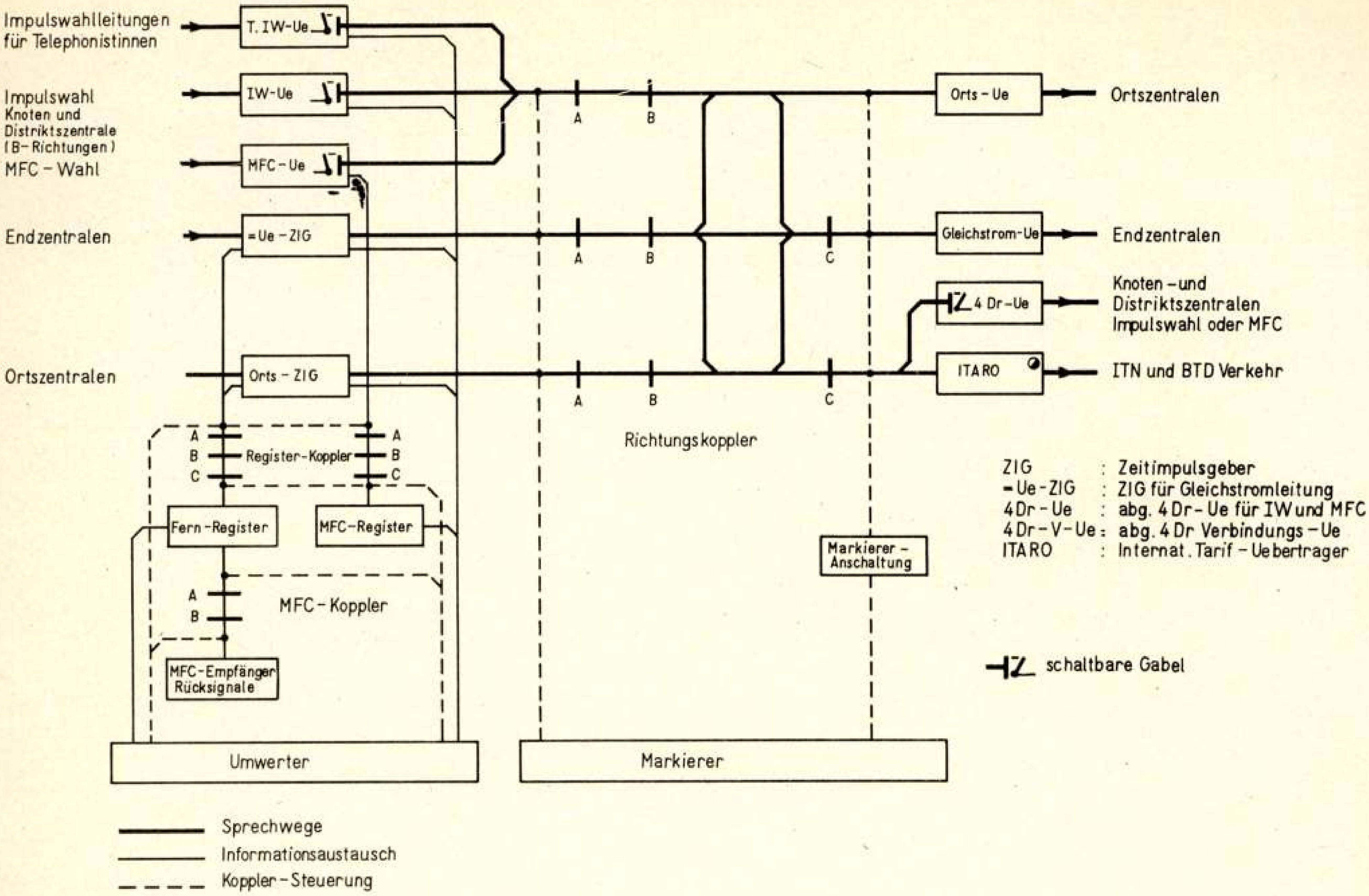


Bild 2. Übersichtsplan des Fernwahlsystems ESK A61.

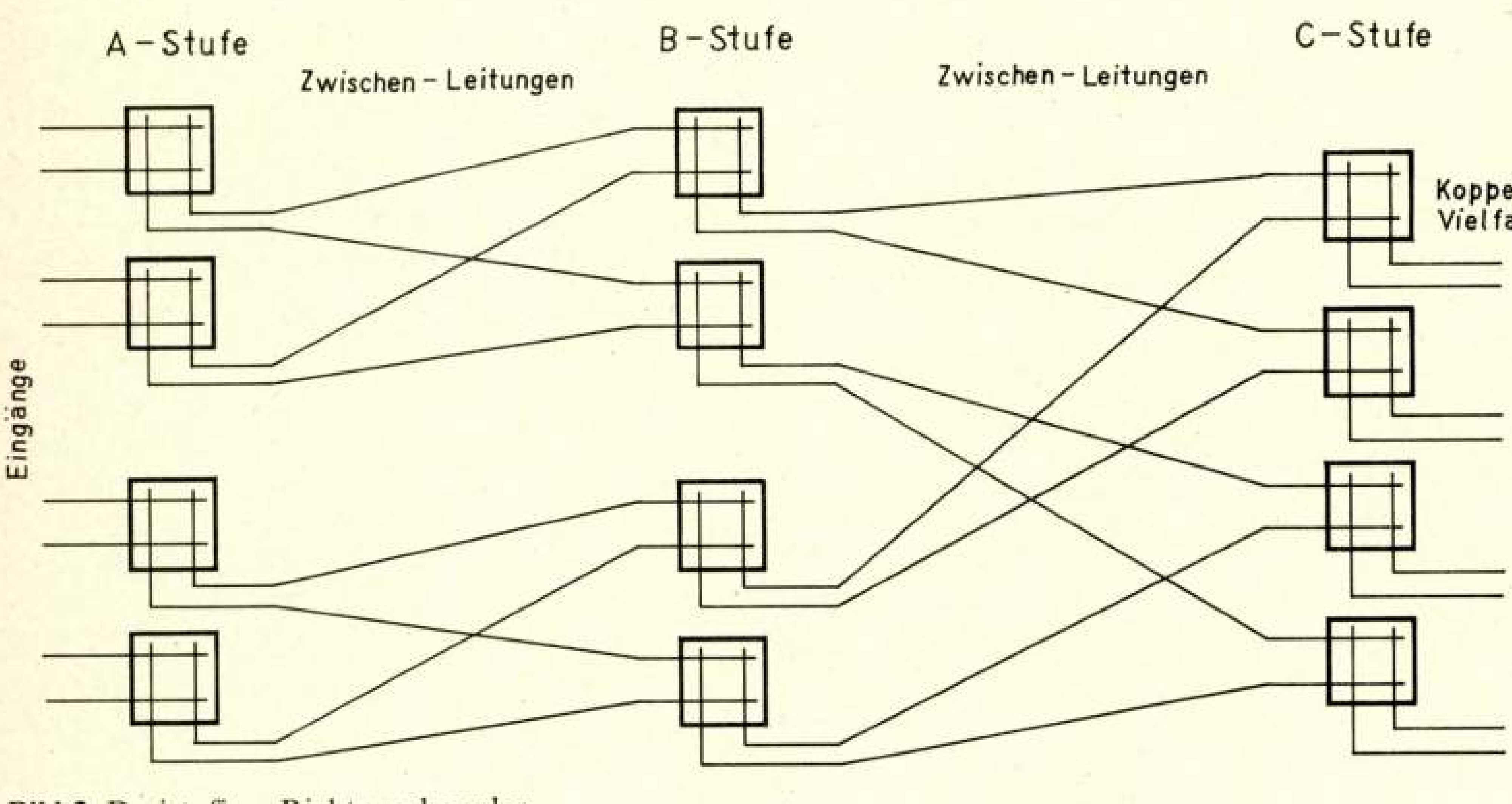


Bild 3. Dreistufiger Richtungskoppler.

2. Gliederung des Fernwahlsystems ESK A61

Beim Aufbau des Systems wurde darauf geachtet, dass zwei klar getrennte Bereiche entstehen, nämlich der Bereich der Relaisschaltungen einerseits und der der Elektronik andererseits. Auf diese Weise können in beiden Domänen die artgegebenen Betriebsbedingungen möglichst berücksichtigt werden, was zu übersichtlichen Schaltungen und zu zuverlässiger Funktion führt. Kennzeichnend dafür sind auch die Betriebsspannungen. Sie betragen im Relaisbereich 48 V, bei der Elektronik jedoch $\pm$ 12 V. Beide Bereiche werden durch besondere Anpassungsschaltungen miteinander verknüpft.

Die den Eingangs- und Ausgangsleitungen zugeordneten Relaissätze werden durch einen dreistufigen Richtungskoppler (Bild 3) miteinander verbunden. Das A-Koppelvielfach hat 10 Eingänge und 24 Ausgänge, während B- und C-Koppelvielfach je 5 Eingänge und 8 Ausgänge besitzen. Die Durchschaltung der Verbindungen erfolgt weitspannend, wobei die

A-Stufe der Freiwahl und die B- und die C-Stufe der Richtungswahl dient. Je 5 A- und 24 B-Vielfache bilden eine fest verdrahtete Zwischenleitungsanordnung. Die Zwischenleitungen zwischen der B- und der C-Stufe sind zwecks Anpassung an den Verkehrswert über einen Zwischenverteiler zusammengeschaltet. Eine weitere Staffelmöglichkeit besteht zwischen der C-Stufe und den abgehenden Relaissätzen. In der C-Stufe sind 48 Koppelvielfache vorgesehen. Stark belastete Richtungen können direkt von der B-Stufe abgezweigt werden.

2.1. Koppler

Der Richtungskoppler ist aus ESK-Relais mit sechs Kontakten aufgebaut. Vier davon schalten die Sprechadern durch, die wahlweise im reinen Vierdrahtbetrieb oder zweidrähtig benützt werden. Auf einer weiteren Ader wird die Signalisierung in Vor-, bzw. Rückrichtung nach einem Duplex-Gleichstromverfahren abgewickelt. In der Vorwärtsrichtung werden die Wahlimpulse, in der Rückwärtsrichtung Antwort- und Schlusszeichenimpulse übertragen. Bei Zweidrahtbetrieb laufen die Signale über die Sprechadern, sodass die Duplexader unbenützt bleibt. Ausser dieser Signalisierung können noch eine Reihe anderer Zeichen im Moment des Durchkoppelns zwischen dem Eingangs- und Ausgangssatz, bzw. zwischen dem Register und den Leitungssätzen ausgetauscht werden. Dafür wird ein über Markiererleitungen gebildeter Nebenweg benützt. Die sechste Ader schliesslich enthält die Haltespulen der Kopplerrelais und die Zwischenleitungs-Relais, die belegte Verbindungswege für weitere Anfragen sperren. Die Belegungsrelais der abgehenden Leitungsrelaissätze sind ebenfalls in dieser Ader eingeschaltet.

Zum Einstellen des Verbindungsweges sind zwei weitere Adern, nämlich die Wegesuchader und die Markierader vorgesehen. Die Wegesuchadern stellen in ihrer Gesamtheit ein Abbild der möglichen Wege im Koppelnetzwerk dar. Sie sind durch Dioden voneinander entkoppelt und werden entsprechend den besetzten Zwischenleitungen durch die Kontakte der Zwischenleitungsrelais aufgetrennt.

Ein an den gewünschten Eingang angelegtes Wegesuch-Potential breitet sich auf allen verfügbaren Verbindungswegen aus. Es kann unter Berücksichtigung der einzuschlagenden Richtung am Ausgang des Kopplers aufgesucht werden und führt zur Markierung einer Verbindung. Diesem Zweck dient die Markierader. Jedes Koppelvielfach stellt im Bezug auf seine Koppelrelais-Anzugsspulen eine durch Dioden entkoppelte Matrix dar. Die Eingänge und Ausgänge der einzelnen Stufen sind entsprechend den Zwischenleitungen miteinander verbunden, sodass durch Anlegen von Batteriespannung zwischen Eingang und den Ausgang des ausgewählten Weges auf einmal alle drei dazugehörigen Kopplerrelais erregt werden können. Nach erfolgtem Durchkoppeln wird das Halten des Verbindungsweges durch die bereits erwähnte Halteader übernommen.

2.2. Relaissätze

Die Relaissätze für ankommenden und abgehenden Verkehr sind den jeweiligen Leitungen angepasst.

Schaltbare Gabeln dienen dem Übergang von Zweidraht- auf Vierdrahtbetrieb. Auslöseimpulse, und wenn nötig Belegungsimpulse werden erzeugt oder empfangen und in verschiedenen Fällen erfolgt Umsetzung von Impuls- in Zustandssignalisierung. Unter den Eingangsrelaissätzen sind solche, die für ihre Funktion der Mithilfe eines Registers bedürfen, wie z.B. der Zeitimpulsgeber, und solche die alle Informationen für die Wegedurchschaltung selbständig gesammelt haben, wie z.B. der Impulswahl-Relaissatz von Distrikts- und Knotenamtsleitungen.

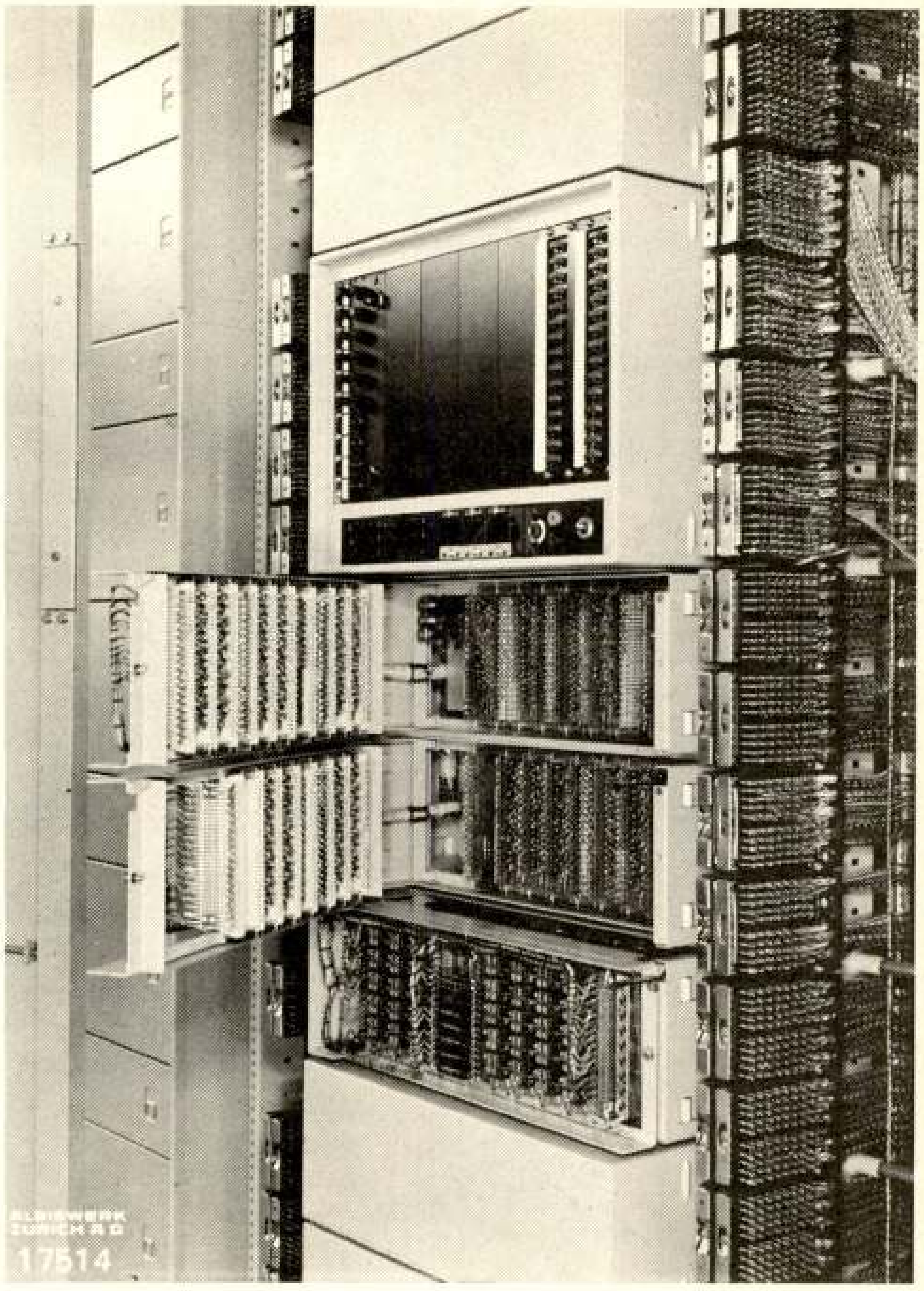


Bild 4. Fernregister ESK A61, geöffnet.

Der Zeitimpulsgeber fordert unmittelbar nach seiner Belegung ein Register an. Die Durchschaltung eines freihen Weges im Registerkoppler wird durch den Umwerter durchgeführt. Der Registerkoppler ist mit 12 Durchschalteadern ausgerüstet. Der Zeitimpulsgeber enthält auch Speicherrelais, welche die vom Umwerter errechnete Zoneninformation festhalten und nach Empfang des Antwortsignals den der Taxstufe entsprechenden Zähltakt dem Zähler des rufenden Teilnehmers zuleiten.

Die Register, von denen eines in Bild 4 gezeigt ist, besitzen zehn Speicherzellen zur Aufnahme der ankommenden Wahlinformation und arbeiten als Vollspeicher für den nationalen Verkehr. Für internationalen Betrieb ist Durchlaufspeicherung vorgesehen. Das Register überwacht den gesamten Verbindungsaufbau entsprechend den Aussagen des Umwerters. Es ist für die Weitergabe der Wahlinformation im Mehrfrequenzcode eingerichtet. Da infolge der Geschwindigkeit des Codewahlbetriebes viel weniger Empfänger als Register benötigt werden, wird durch Anschaltung derselben über einen 2-stufigen Koppler eine gewisse Einsparung erzielt.

Alle diese Funktionsschaltungen sind zum überwiegenden Teil mit ESK-Relais ausgeführt. Besondere Beachtung muss der Auslegung der Schaltung im Bezug auf die Erzielung der richtigen zeitlichen Abläufe geschenkt werden. Die dazu nötigen Verzögerungen entstehen teils durch Abzählen von zugeführten Zeittakten, teils durch spezielle elektronische Verzögerungsschaltungen. Durch seine kurzen Schaltzeiten in der Grössenordnung von wenigen Millisekunden eignet sich das ESK-Relais sehr gut zur Zusammenarbeit mit elektronischen Schaltungen.

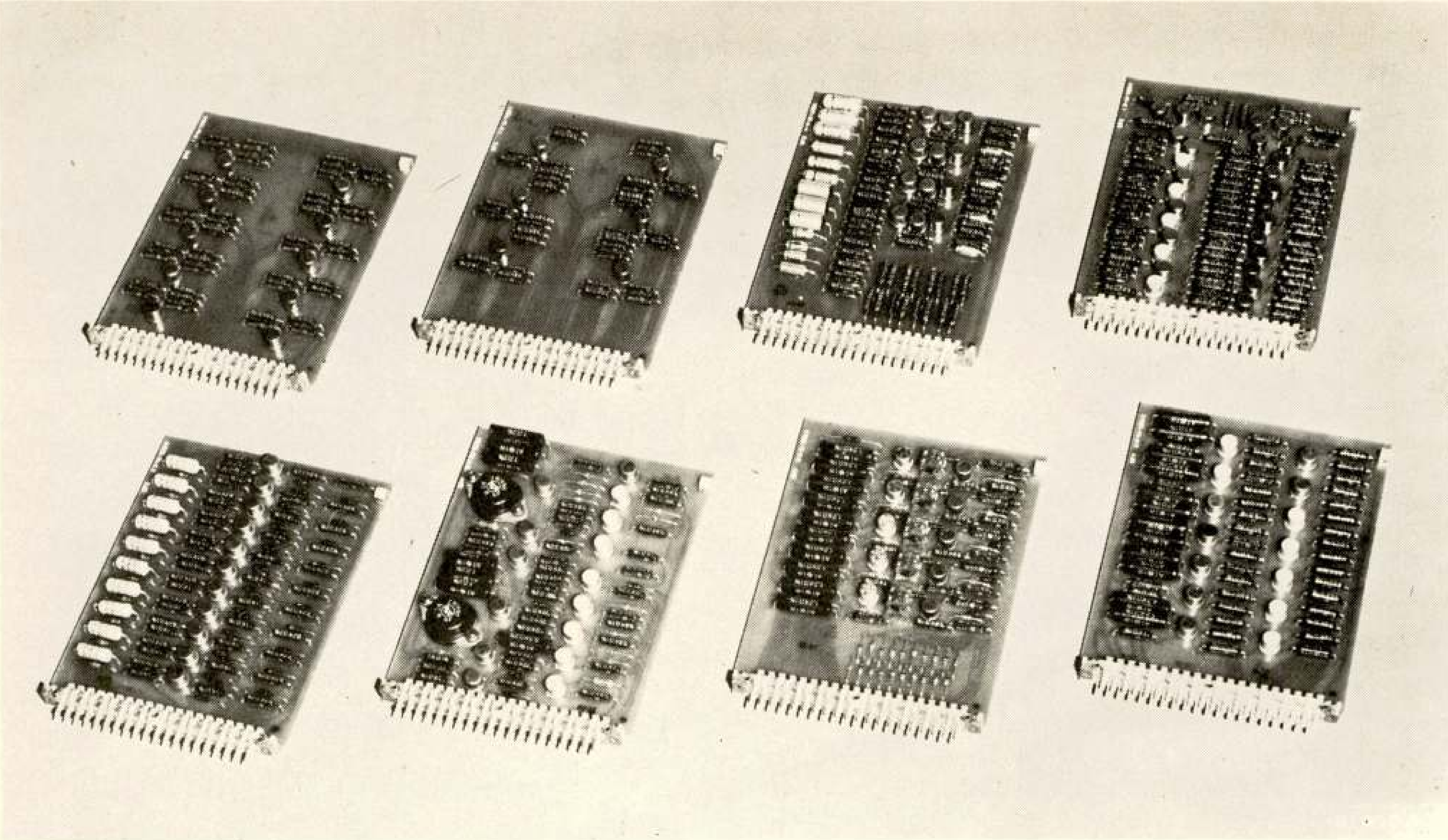


Bild 5. Steckbare Elektronikbaugruppen.

3. Die elektronische Steuerung

Je eine Teilaufgabe der elektronischen Steuerung des Fernwahlsystems ESK A61 wird vom Markierer und vom Umwerter übernommen. Beiden ist gemeinsam, von den verschiedensten Stellen des Relais-Bereiches Informationen entgegenzunehmen, diese unter der Kontrolle eines Programmes miteinander zu verknüpfen und die Ergebnisse wieder an das Arbeitsfeld zurückzugeben. Die Vielfältigkeit der durchzuführenden Operationen lässt sich auf einige wenige logische Verknüpfungen zurückführen, die in grosser Zahl immer wieder angewendet werden. Ein wesentliches Problem der Entwicklung solcher Schaltungen besteht in der Festlegung der diesen Grundoperationen entsprechenden Bausteine. Eine weitere Familie von Grundschaltungen ergibt sich aus den besonderen Anforderungen, die an die Eingangs- und Ausgangsschaltungen an der Grenze zwischen Elektronik und Relaistechnik gestellt werden. Im vorliegenden System wurde als Grundverknüpfung die sogenannte 'NAND'-Schaltung angewendet. Dabei kommt man, ähnlich wie bei der 'NOR'-Technik, mit nur einer Grundverknüpfung aus. Für die Wahl zwischen diesen Systemen war die Ausführung in Widerstands-Transistorlogik bestimmend, die ihrerseits von Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeitsbeurteilung der benützten Bauteile bedingt ist. Die Grundzustände wurden mit Erdpotential für die logische 1 und –12 V für die logische 0 festgelegt. Drei verschiedene Abarten für unterschiedliche Eingangs- und Ausgangsbelastung wurden auf gedruckten Schaltungsplatten aufgebaut. Jede dieser steckbaren Baueinheiten enthält eine Anzahl gleichartiger Grundschaltungen (Bild 5).

Der Anpassung von Eingabeinformationen an das normierte Logiksystem dienen die Eingangsschaltungen, die vor allem die Spannungen herabsetzen und mit Hilfe eingebauter Zeitverzögerungen Störimpulse unterdrücken. Je zehn solcher Eingangsschaltungen werden ausserdem auf das Eintreffen einer Information in der Gruppe überwacht. Eine Abart der Eingangsschaltung stellt die Codewandlerschaltung dar. Wenn möglich, erfolgt der Informationsaustausch zwischen den einzelnen Systemteilen im Zwei-aus-fünf-Code. Die Codewandlerschaltung entschlüsselt und kontrolliert diesen Code. Ausser den zehn Einzelaussagen werden noch die Informationen 'Code richtig' und 'irgend eine Eingabe vorhanden' gebildet.

Eine besondere Aufgabe der elektronischen Steuerung ist es, Sucherschaltungen zu bilden. Derartige Sucherschaltungen haben Eingangs- und Ausgangsleitungen, von denen beliebig viele Eingänge erregt sein können. Nach Freigabe des Suchers wählt dieser irgend einen der erregten Eingänge aus und schaltet den entsprechenden Ausgang durch. Der gewählte Ausgang muss auch nach Verschwinden der zugehörigen Eingangsinformation gehalten werden. Dieser Bedingung sind die Ausgangsschaltungen angepasst, deren wesentliches Element gesteuerte Gleichrichter sind. Sie werden über einen kleinen Transformator getriggert, sodass sowohl positive wie negative Potentiale geschaltet werden können. Im Eingang besitzt die Triggerschaltung eine Und-Verknüpfung mit deren Hilfe die gewünschte Auswahl durch Anschaltung eines gestaffelten Taktsystemes erreicht wird. Die Suchersteuerung, die über einen gemeinsamen Eingang aller Triggerstufen den Sucher freigibt und die Ausgänge aller gesteuerten Gleichrichter überwacht, ergänzt die Schaltung. Da über gesteuerte Gleichrichter zwar ein Strom eingeschaltet, aber nicht mehr aufgetrennt werden kann, ist dafür ein Trenner-Baustein vorgesehen. Er besteht aus einer hoch belastbaren Schaltstufe, die gleichzeitig die Funktion eines Überlast-Schutzes ausübt. Als letzter Baustein ist das Zeitverzögerungsglied zu erwähnen, das aus einer 'NAND'-Verknüpfung mit Verzögerung des Überganges von

Eins auf Null besteht. Diese wird durch ein RC-Glied mit nachfolgendem Schmitt-Trigger bewirkt. Der Übergang von Null auf Eins wird unverzögert übertragen.

3.1. Umwerter

Der Umwerter hat, wie in Bild 6 zu sehen, die Funktion eines Parallel-Umrechners, der die angebotenen vier dekadischen Kennziffern S, A, B und C in eine Reihe von Aussagen verwandelt. Er hat ausserdem die Aufgabe bei Belegung eines Zeitimpulsgebers den Registerkoppler zu einem freien Register durchzuschalten.

Die Arbeitsgeschwindigkeit der zentralen Geräte wird durch die Anzugs- und Abfallzeiten der beteiligten Relais bestimmt. In grossen Ämtern wird diese Begrenzung in einer bestimmten Wartezeit der Markieranforderungen spürbar. Beim Richtungskoppler ist dies zulässig, da die Verbindungen ja in Registern warten können. Der Registerkoppler hingegen wird in Gruppen unterteilt, von denen jede von einem Umwerter bedient wird. Durch entsprechende Bevorzugung der Koppelwünsche und eine niedrige Gesamtbelastung werden Wartezeiten vermieden.

Unmittelbar nach der Belegung sendet der Zeitimpulsgeber einen Anreiz aus, der vom Umwerter aufgesucht wird. Diese Sucheraufgabe ist in mehrere Einzelprobleme aufgelöst worden. Aus Aufwandsgründen und auch aus Gründen der Suchzeit werden die Anreize in einer aus Spalten und Zeilenanreizsuchern gebildeten Matrix aufgesucht. Innerhalb der 50 Elemente umfassenden Zeilen- oder Spaltenanordnung erfolgt die Suche wiederum in zwei Stufen, indem zunächst Zehner-Gruppen von Eingängen mit Hilfe eines Dekadensuchers ausgewählt werden, worauf die Suche innerhalb der betreffenden Zehner-Gruppe erfolgt. In Bild 7 ist die Suche der Spaltenanreize vereinfacht dargestellt.

Eine weitere Such-Matrix dient der Abfertigung von Registern, die Eingabeinformationen anbieten. Dieser Sucher dient in einer zweiten Betriebsart auch zum Aufsuchen von freien Registern und damit zur Markierung des Registerkopplers.

Sobald das Register genügend Wählziffern aufgenommen hat, werden diese dem Umwerter angeboten. Dieser fordert, wenn die Eingabe genügt, den Markierer über einen Anreizstromkreis an und übermittelt ihm die Information für die Wegedurchschaltung mit Hilfe von zwei Richtungsziffern. Das Register bekommt eine Angabe nach wieviel Wahlziffern die Verbindung vollendet sein wird, damit es sich abschalten kann. Ferner wird errechnet, wann zweites Amtszeichen gesendet werden muss, ob Ziffern unterdrückt werden sollen und ob auf Mehrfrequenzcodewahl umzuschalten ist. Schliesslich erhält der Zeitimpulsgeber die gewünschte Taxinformation.

Werden nicht existierende Kennziffern eingegeben oder kann die Auswertung erst nach Eintreffen einer weiteren Ziffer erfolgen, so wird dies mit Hilfe einer Sonderausgabe dem Register übermittelt.

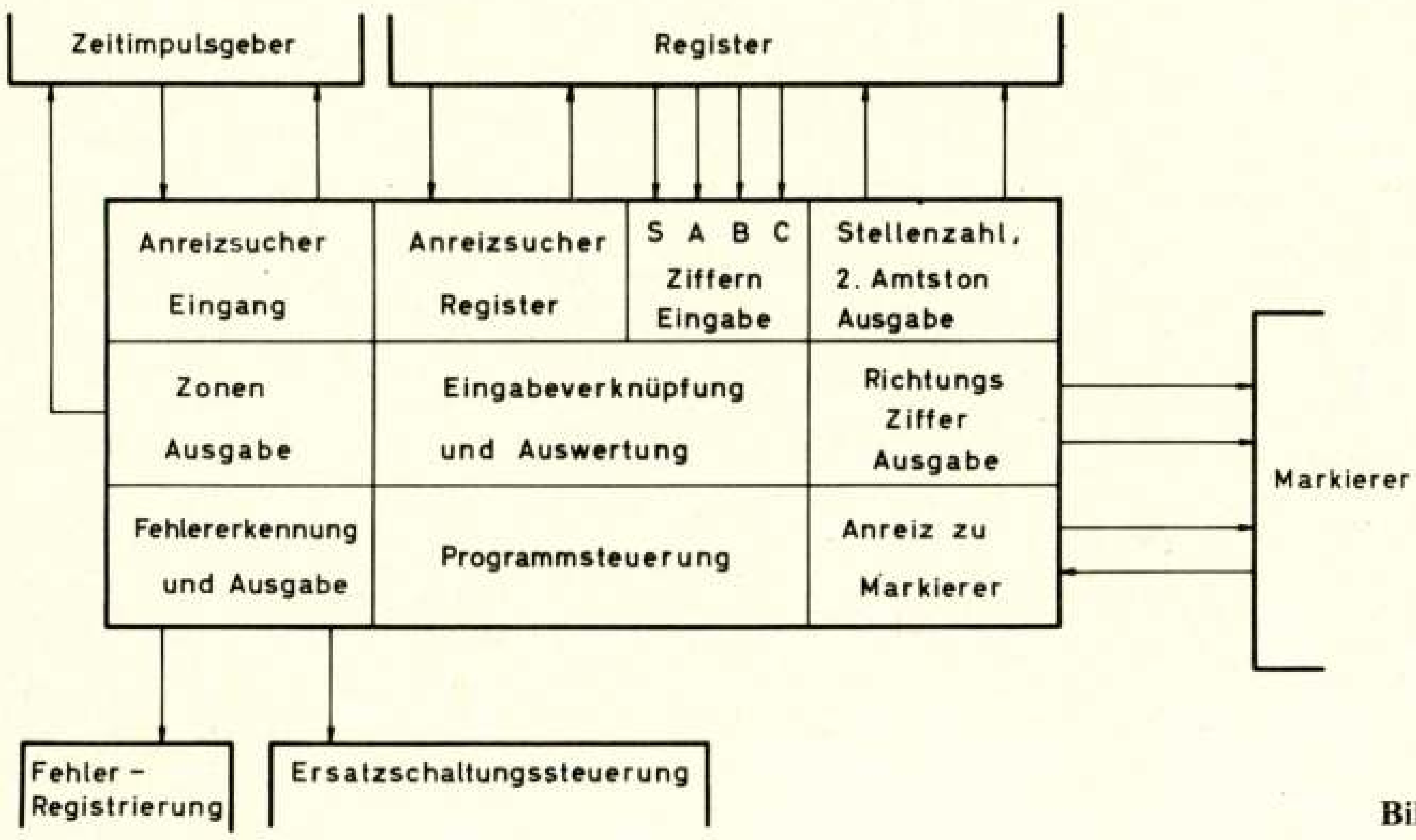


Bild 6. Blockschaltbild des elektronischen Umwerters.

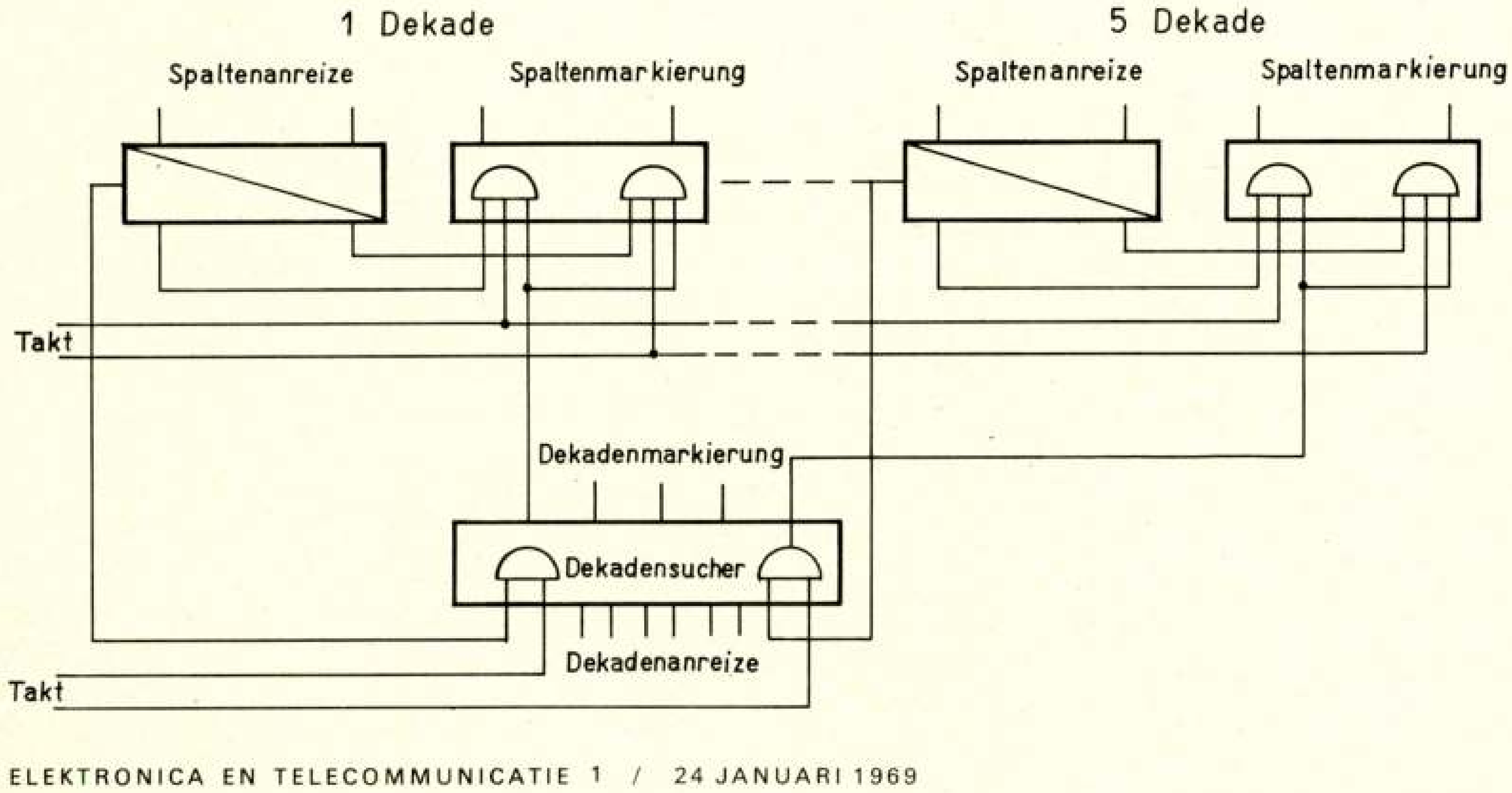


Bild 7. Spaltenanreizsucher.

Alle Ein- und Ausgaben des Umwerters werden im Zwei-aus-fünf-Code gemacht, der durch Codekontrollschaltungen überwacht wird. Die von diesen aufgeschlüsselten Kennzahlen-Informationen werden mit Hilfe von Transistorlogik miteinander verknüpft, was den Vorteil hat, dass nur die ausgewählte Kennzahlenkombination mit Steuerstrom versorgt werden muss. Es können zwei-, drei- und vierziffrige Verknüpfungen vorgenommen werden. Die steckbar veränderliche Verbindung zwischen diesen Verknüpfungen und den gewünschten Ausgabeinformationen wird durch Programmierschalter bewirkt. Diese bestehen aus einer Anzahl beidseitig mit Leiterbahnen versehenen und zu einem Block aufgeschichteten Isolierplatten, zwischen denen steckbare Kontaktelemente Aufnahme finden, sodass beliebige Verbindungen zwischen den Eingängen und 26 Ausgängen hergestellt werden können. Der Aufwand für 100 Verknüpfungen, umfassend die Programmierschalter, die Transistorlogik und die für die Ausgabe erforderlichen Schaltstufen, sind in einer Rangierschiene, welche in Bild 8 zu sehen ist, untergebracht. Durch die leichte Änderbarkeit der Umrechnungen kann der Betrieb schnell veränderten Bedingungen, wie Umnumerierungen usw. angepasst werden.

Die Überwachung auf Eindeutigkeit der gelieferten Informationen ist für den Umwerter von grundsätzlicher Bedeutung. Jede angebotene Kennzahlenkombination muss zu irgend einer Aussage führen, sei sie nun produktiv oder unproduktiv. Dadurch kann vermieden werden, dass von den Benützern falsch eingewählte Ziffern einen Umwerterfehler vortäuschen können.

Die beschriebenen Vorgänge laufen unter der Aufsicht einer Programmsteuerung ab. Zwei Programmzähler bilden Adressen, die decodiert und den Befehlsempfängern zugeleitet werden. Darauf läuft die verlangte Einzelfunktion ab und meldet dies durch eine Quittung an das Programm zurück. Fehlt diese Quittung, so tritt eine Hemmung im Ablauf ein und es kann ein differenzierter Alarm gegeben werden. Diese Fehlermeldungen können zusammen mit der Nummer des Programmschrittes aufgezeichnet werden, was die Störungsbehebung erleichtert. Durch diese asynchrone Arbeitsweise passt sich die Steuerung unter möglichster Vermeidung von festen Vorgabezeiten elastisch an die Zeitabläufe des einzelnen Arbeitsfeldes an. Die Gesamtarbeitszeit des Umwerters beträgt je nach abgewickeltem Programm zwischen 10 und 30 ms.

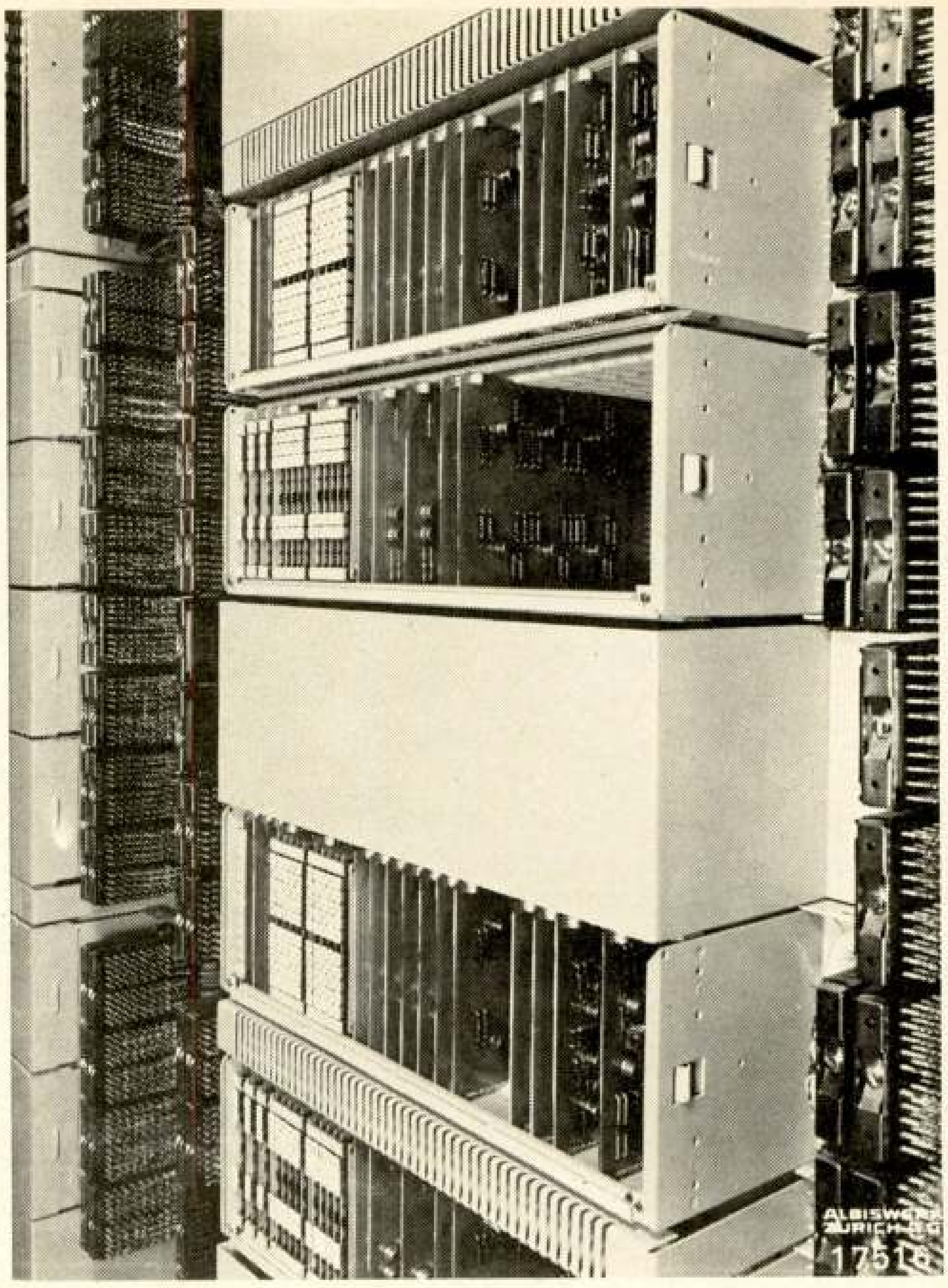


Bild 8. Detailansicht des Umwerters mit Programmierelementen.

3.2. Markierer

Der Markierer, dessen wesentliche Teile in Bild 9 angedeutet sind, hat die Aufgabe, Verbindungen durch das Sprechwege-Koppelnetzwerk aufzubauen. Dazu geht immer ein Anreiz von einem Umwerter aus. Unter mehreren, evtl. gleichzeitig vorhandenen Anreizen sucht der Markierer einen aus und verbindet sich mit dessen Ursprungsstelle. Sofort wird ein Sperrpotential ausgesendet, das den Nachbar-Markierer hindert

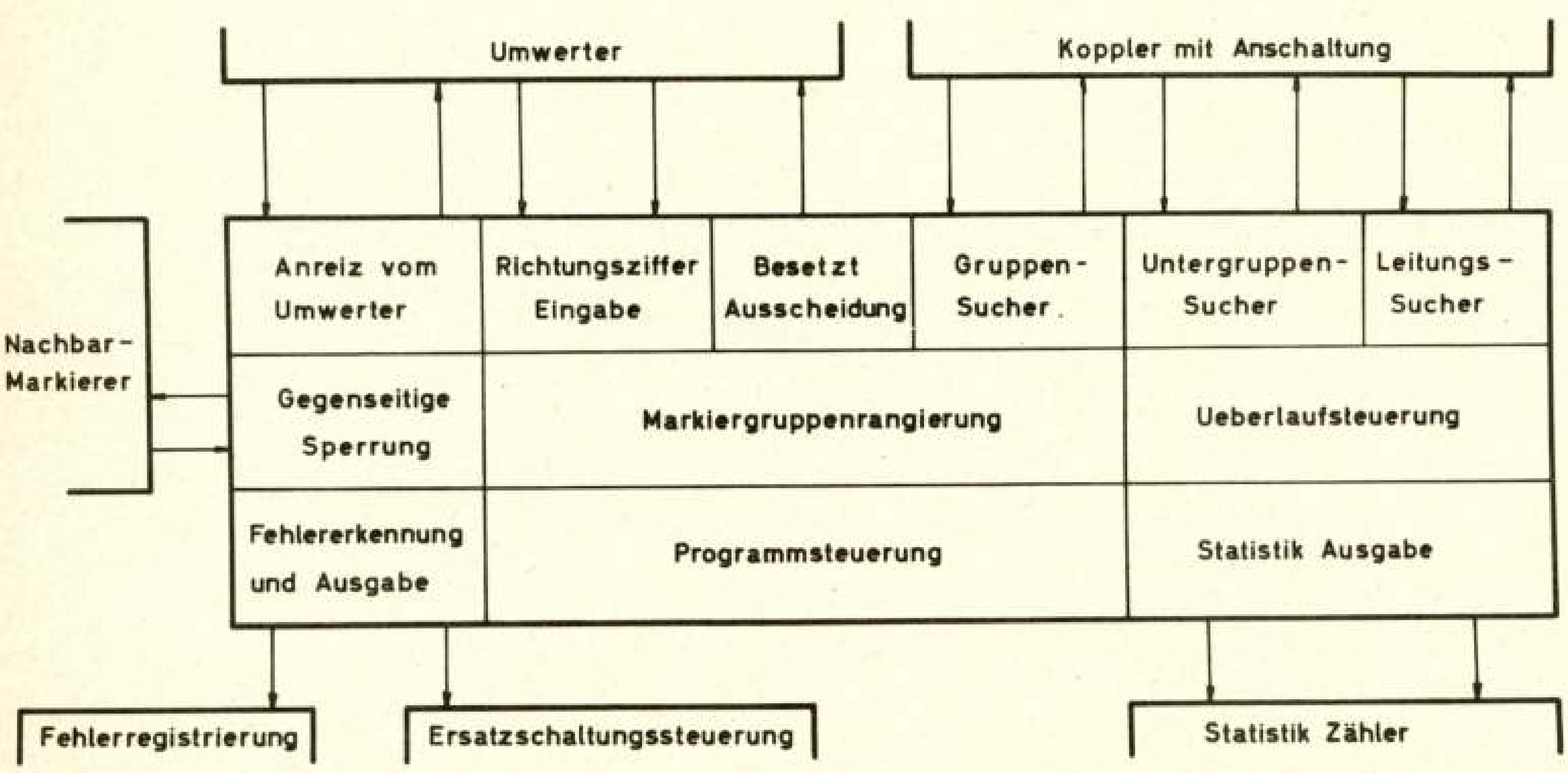


Bild 9. Blockschaltbild des elektronischen Markierers.

gleichzeitig in das Koppelnetzwerk einzugreifen. Nach Entgegennahme der Information, in welcher Richtung der Weg aufgebaut werden soll, beginnt der Wegewählteil mit dem Absuchen geeigneter Koppler-Ausgangspunkte. Es werden nur solche berücksichtigt, bei denen das vom Umwerter auf Veranlassung des Markierers an den Kopplereingang angelegte Wegesuchpotential erscheint.

Ähnlich wie der Anreizsucher beim Umwerter ist die Wegesuchsteuerung des Markierers in Gruppensucher, Untergruppensucher und Leitungssucher unterteilt. Ein Gruppensuchereingang ist erregt, wenn innerhalb von 48 zusammengehörigen Kopplerausgängen mindestens ein freier Weg vorhanden ist. Eine oder mehrere solcher Markiergruppen bilden eine Richtung, die über eine steckbar veränderliche Rangierung von der Eingangsinformation angesteuert wird. Ist eine freie Markiergruppe gefunden, so vollziehen der Untergruppen- und der Leitungssucher die Auswahl innerhalb der 48er-Gruppe. Wird nach einer vorgegebenen Zeit keine freie Markiergruppe gefunden, so wird entweder Besetzt gegeben, oder falls diese Möglichkeit besteht ein Überlauf angesteuert. Die Anzahl der vom Register auszusendenden Wahlziffern wird dieser Umsteuerung angepasst. Statistikzähler registrieren die Anzahl der Besetzt- und Überlauffälle.

Im übrigen besitzt auch der Markierer ein quittungsgesteuertes Programm, das der Überwachung des Ablaufes dient. Die Arbeitszeit beträgt 16 bis 20 ms.

4. Sicherstellung des Betriebes

Die Wirkung von Störungen zentraler Geräte auf die Betriebsbereitschaft eines Wählamtes sind wesentlich schwerwiegender als Fehler in individuellen Apparaten. Es müssen also Vorkehrungen getroffen werden, dass bei Ausfällen immer Reserveeinheiten zur Verfügung stehen und dass auch die Verbindung mit den individuellen Geräten möglichst wenig störungsanfällig ist. Im Fernwahlsystem ESK A61 werden zwei Markierer und soviele Umwerter eingesetzt, als Gestellgruppen vorhanden sind. Die Markierer arbeiten beide im Richtungskoppelbetrieb. Es liegt im Wesen der weitspannenden Markierung, dass in einem Kopplerarbeitsfeld nur ein Markierer zu einer Zeit in Betrieb sein darf. Da beide Markierer im Normalfall angeschaltet sind, wird dies durch eine gegenseitige Sperrung sichergestellt. Bei den Umwertern hingegen ist die Aufteilung in mehrere gleichzeitig in Betrieb stehende Gruppen möglich. Jeder Umwerter bedient im Ersatzschaltefall ausser seiner eigenen noch die nächste Nachbar-Gruppe, sodass eine zyklische Aushilfe entsteht. Diese Gruppierung ist in Bild 10 dargestellt.

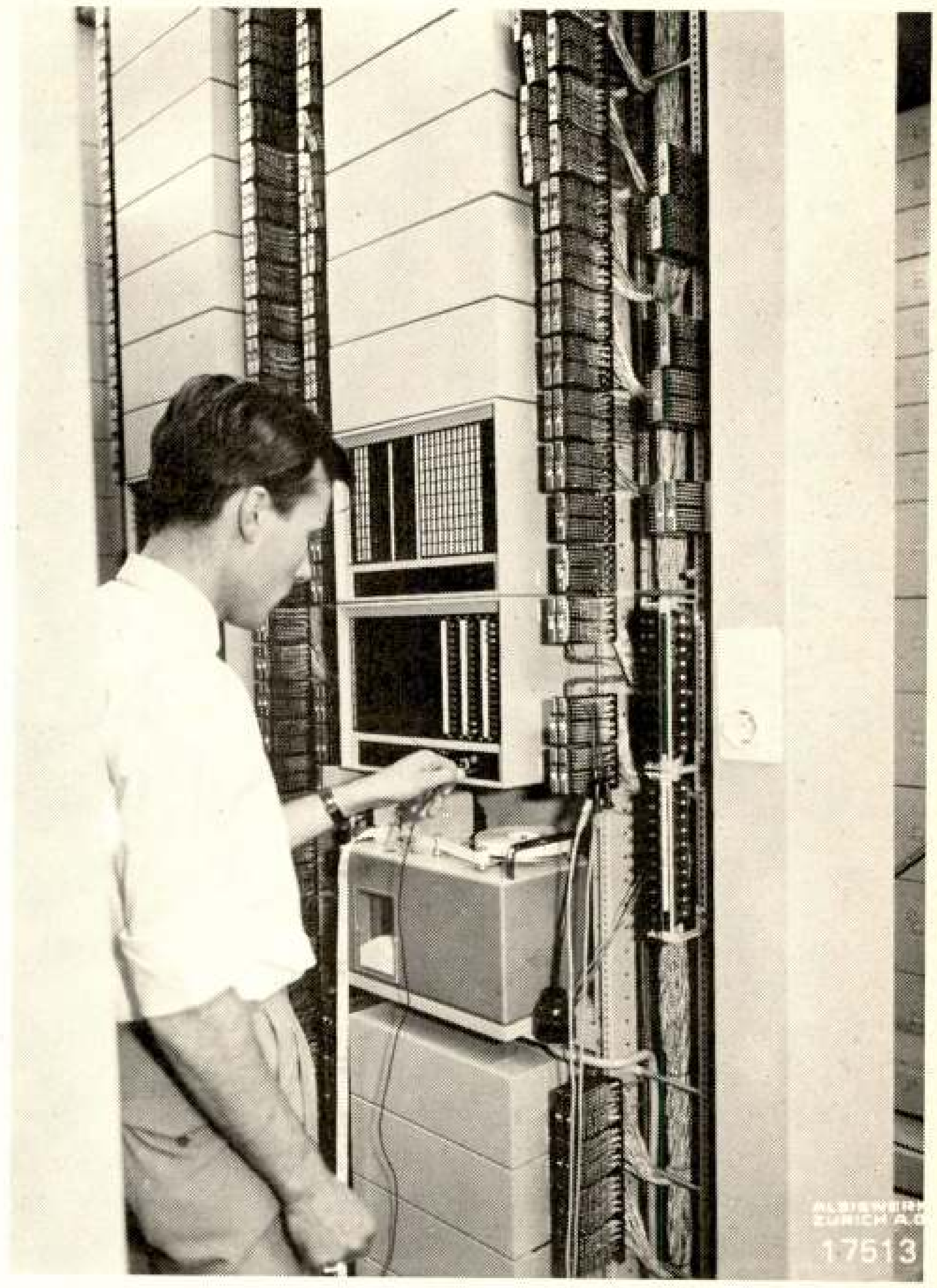


Bild 11. Einrichtungen zur Ersatzschaltung und Fehlerregistrierung.

Zwischen den Zentralgeräten mit den festverbundenen Ringen und den einzelnen Apparate-Gruppen sind Relais-Anschal-

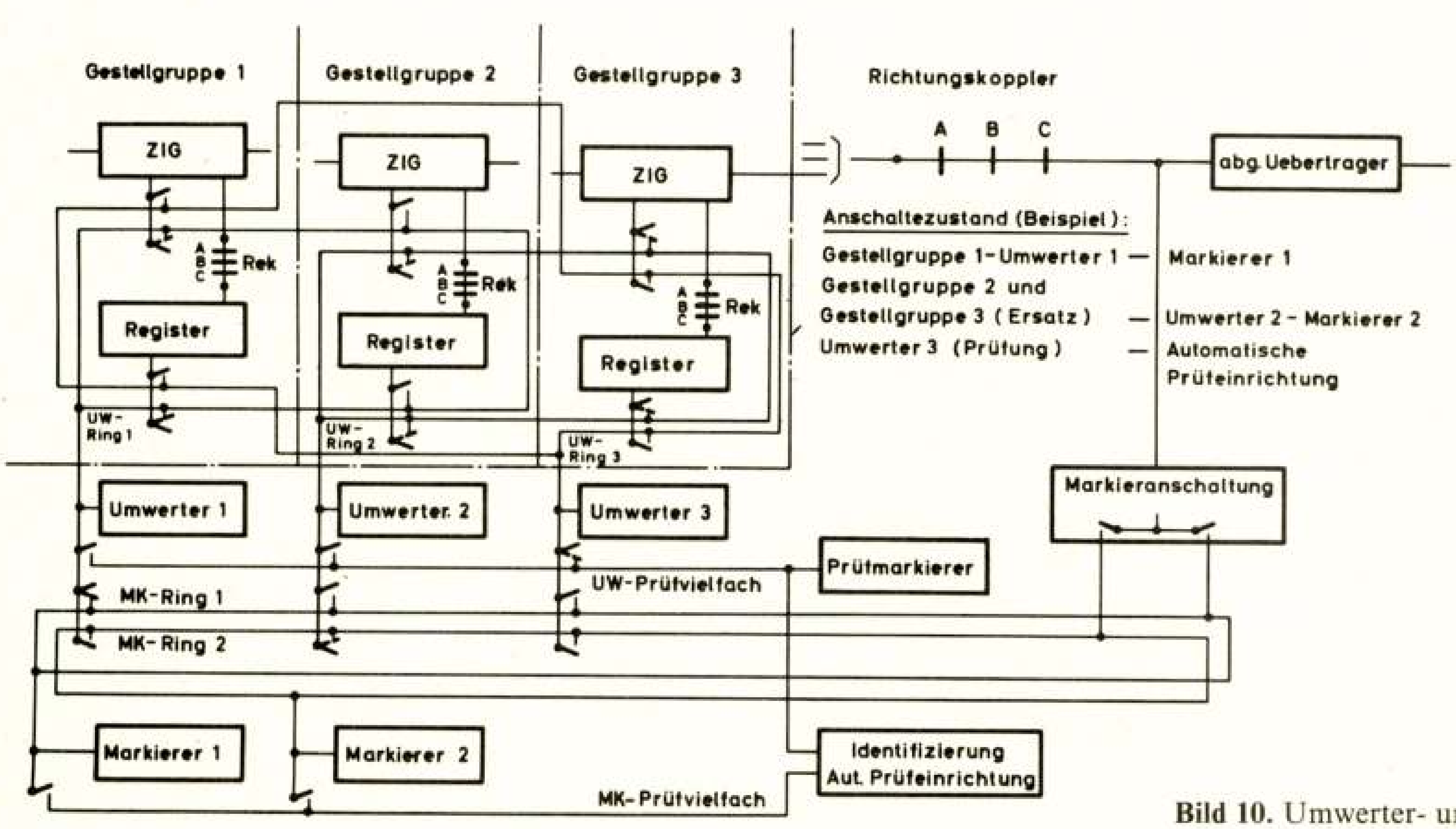


Bild 10. Umwerter- und Markierer-Informationsringe.



Bild 12. Gestellreihenanordnung, Rücken-an-Rücken.

tungen vorgesehen. Sie gestatten es, dem Auftreten von individuellen Fehlern, die sich zentral auswirken, durch Abtrennung von Gruppen, zu begegnen. Eine Ersatzschaltungs-Steuerung wertet die Meldungen der in den Markierern, bzw. Umwertern enthaltenen Fehlererkennungsschaltungen aus und reagiert mit einer zweckmässigen Betätigung der Anschaltekontakte. Nicht eindeutig in den zentralen Geräten lokalisierbare Fehler werden zunächst auf ihre Häufigkeit untersucht, um überflüssige Ersatzschaltungs-Betätigungen zu vermeiden.

Ein weiteres Störeingrenzungs-Programm befasst sich mit Fehlern des Wegesuchnetzwerkes, das, weil nur einmal vorhanden nicht ersatzschaltbar ist. Durch automatisches Lokalisieren und Abtrennen der fehlerhaften Stelle, kann der Einfluss der Störung weitgehend reduziert werden (Bild 11).

Die Erhaltung der Betriebsbereitschaft der individuellen Geräte wird durch den Einsatz automatischer Prüfeinrichtungen unterstützt. Diese gestatten es, in regelmässigen Abständen oder auf Wunsch sich mit Hilfe eines Prüfsatzes und der im Prüfling vorhandenen Anschaltekontakte von der ordnungsgemässen Funktion des Apparates zu überzeugen. Prüfsätze für Relaissätze und Register sind auf die jeweilige Funktion des Prüflings abgestimmt, sie arbeiten nach einem fest eingebauten Programm. Die Prüfsätze für abgehende Leitungen prüfen nicht nur den Relaissatz, sondern mit Hilfe einer automatisch angesteuerten Antwortstation, die Verbindung ins Gegenamt. Der Prüfsatz für Koppler steuert auf Grund von Lochstreifenbefehlen gezielte Verbindungswege an und prüft auf Durchgang Neben- oder Erdschlüsse. Überwachungssätze beobachten den ordnungsgemässen Aufbau, der im Normalbetrieb zustandekommenden Verbindungen. Schliesslich können über einen Mehrzweckprüfsatz manuelle Bedienungsgeräte angeschaltet werden, die individuelle Prüfungen gestatten. Die Ergebnisse werden auf Prüfplätzen angezeigt, und können auf Wunsch mit einem Fernschreiber aufgezeichnet werden.

Schliesslich sei noch die Verbindungswege-Identifizierung erwähnt, die es gestattet, mit Hilfe eines 12 kHz-Suchtones die an einer bestehenden Verbindung unbekannten Verlaufs beteiligten Apparate festzustellen. Die Identifizier-Einrichtung benützt weitgehend dieselben Ansteuer-Einrichtungen, wie die automatische Prüfeinrichtung. Auf der, der Einspeisestelle gegenüberliegenden Kopplerseite wird das Identifizier-Signal über Kondensatoren abgenommen und durch eine durch ein Schnittband-Kernfeld geführte Drahtschlaufe ausgewertet. Die Schnittbandkerne dienen als Transformator, dessen Primärwicklung aus dem durchgesteckten Draht besteht. Die Ergebnisse werden mittels Zahlentrommeln auf einem Bedienungsfeld angezeigt. Sie können auch mit einem Fernschreiber aufgezeichnet werden.

5. Konstruktion

Die Relaisschaltungen des Fernwahlsystems ESK A61 sind in fest eingeschraubten Apparaterahmen, die über steckbare Lötverteiler mit der Gestell-, bzw. Amtsverdrahtung verbunden sind, untergebracht. ESK-Relais und andere zugehörige Bauteile sind in 3 Ebenen beliebig aufreihbar untergebracht. Die vordere und die hintere Ebene lassen sich ausschwenken. Durch das konstruktive Vielfach der ESK-Relaisstreifen und durch eine quer zu dieser verlaufenden Blankverdrahtung können einfach Koppelvielfache zusammengeschaltet werden. In Ebenen mit Funktionsschaltungen benützt man eine sogenannte Mattenverdrahtung mit isolierenden Kanälen für die Verbindungsdrähte. Schienen mit Führungsbahnen nehmen die steckbaren Baugruppen der Elektronik auf.

Der Gestellaufbau setzt sich aus Einzelstützen, die zwischen einer oberen und unteren Längsschiene aufgestellt sind, zusammen. Dies erleichtert Fertigung und Transport wesentlich. Alle Montageanschlüsse sind von der Gestellvorderseite her erreichbar. Zwischen je zwei Gestellen bleiben seitliche Kabelschächte, die durch nach beiden Seiten aufschwenkbare Abschlusstüren verschlossen werden. Die Gestellreihen können auch, wie in Bild 12 gezeigt, Rücken an Rücken aufgestellt werden.

Over het Technisch Wetenschappelijk Onderwijs

Defensieve Onrust
Inaugurele rede prof. ir. J. Piket

In zijn – op 14 november 1968 in de KMA te Breda uitgesproken – rede verwerkte prof. Piket in lichte – hier en daar zelfs speelse – ondertoon het nog altijd ietwat mysterieuze thema dat als entropie-beginsel te boek staat. De meest principiële formulering is die, welke het effect van aanhoudende energie-overdracht of -wisselwerking in eenvoudig verband brengt met het in de tijd onvoorspelbare (maar op grond van waarschijnlijkheid te schatten) deel van de energie-inhoud van systeemdelen.

Fascineerde het ruwweg een eeuw geleden de theoretici, die de kinetische warmtetheorie ontwikkelden uit hypothesen omtrent het gedrag van elementaire, onbestuurbare gasdeeltjes, thans is deze draad weer opgevat in de informatietheorie. Inmiddels heeft de ontwikkeling van de elektronica het mogelijk gemaakt met passende circuits of door computerbesturing in korte tijd grote hoeveelheden entropie te produceren en als 'wapen' te gebruiken (tamme versus wilde ruis). Het ligt in de lijn van het krijgskundig gedachtenspel aan deze entropie of onrust ook bijzondere gevechtswaarde toe te kennen.

Het betoog werd gekruid met filosofische opmerkingen met betrekking tot onze methoden van wetenschappelijke aanpak, die voor de 'padvinderij' in de techniek als regel met logisch denkwerk moeten worden aangevuld. Dit laatste werd geïllustreerd door te wijzen op het in het oog springend contrast tussen twee moderne communicatiesystemen. Het ene, gebaseerd op synchrone satellieten, als nagenoeg ideale uitwerking voor civiele doeleinden. Het andere (hypothetische), af te leiden uit een in 1963 door de Verenigde Staten begonnen proef met een verstrooiende naaldjesgordel rond de aarde, als denkbare noodvoorziening met aanzienlijke grotere gevechtswaarde.

Integrale communicatie
Inaugurele rede prof. ir. H. H. Adelaar

In zijn – op 12 december 1968 aan de T.H. Twente gehouden – inaugurele oratie stelde prof. Adelaar dat het menselijke streven naar kennisvermeerdering slechts collectief verwezenlijkt kan worden. Daartoe is doeltreffende communicatie onmisbaar. De ontwikkeling van de communicatietechniek moet gelijke tred houden met de versnelde beweging, waarmee de menselijke kennis zich thans uitbreidt. Alle technische communicatiemiddelen waarover wij beschikken, dienen samengebundeld te worden om de veelomvattende informatiestelsels op te bouwen, waaraan de maatschappij steeds meer behoefte zal hebben.

Spreker belichtte vervolgens de tegenstelling tussen analogon- of vormgetrouwe signaaloverdracht en overdracht door middel van digitale signalen. Sedert de uitvinding van de telefoon in 1875 heeft de vormgetrouwe overdracht verreweg de meeste aandacht gekregen en de ontwikkeling van de communicatietechniek in hoofdzaak bepaald. Inderdaad voldoet deze wijze van overdracht aan de behoefte aan menselijk-sociaal contact op afstand. Voor het overdragen en verwerken van informatie is echter de digitale signaalvorm te verkiezen, daar hij ten eerste tot een maximaal rendement van de communicatiemiddelen kan leiden, ten tweede gemakkelijk in documenten of in elektronische geheugens kan worden vastgelegd en ten derde ter verwerking in digitale machines kan worden ingevoerd.

De ontwikkeling van de puls-code-modulatie (PCM) heeft het thans mogelijk gemaakt analogon-signalen in digitale signalen om te zetten. Hierdoor wordt niet alleen de mogelijkheid verkregen de met de onverenigbaarheid van spreek- en besturingssignalen verbonden problemen tot een oplossing te brengen, doch in het algemeen te komen tot volledige integratie van telefoon-, telegraaf- en data-stelsels, waarbij de informatiestromen niet alleen over gemeenschappelijke circuits vervoerd, doch ook door de gemeenschappelijke schakelapparatuur bestuurd en zo nodig verwerkt kunnen worden.

Aldus kunnen de technische communicatiemiddelen tot veelomvattende informatiestelsels gebundeld worden, met behulp waarvan de in wetenschappelijk instituten, zoals universiteiten, bibliotheken, laboratoria enz. vergaarde kennis voor een ieder toegankelijk zal kunnen zijn. In het bedrijfsleven toegepast zullen dergelijke informatie-stelsels een vèrgaande decentralisatie van grote bedrijven mogelijk maken.

Wat verandert en wat blijft
Openbare les ir. P. de Waard

In zijn – op 13 december 1968 aan de T.H. Delft gegeven – openbare les stelde ir. P. de Waard, buitengewoon lector in de elektronica, dat in de moderne informatieverwerking de elektronische versterker een centrale rol speelt. Het principe van versterking blijkt al zeer oud te zijn. Al vroeg leerde de mens krachtbronnen te besturen, die sterker waren dan hijzelf, ook voor het vervoer van informatie, zoals de oude koeriers- en postdiensten laten zien.

De werking van de elektronische versterker laat zich het gemakkelijkst beschrijven als die van een elektrisch regelbare weerstand. Met eenvoudige grafische constructies kan gedemonstreerd worden, hoe verschillende functies met versterkers gerealiseerd kunnen worden. De moderne elektronische versterker is flexibel, goedkoop en betrouwbaar. Het bouwen van systemen ermee is relatief eenvoudig en de mogelijkheden daarvan breiden zich zeer snel uit.

De noodzaak van voortdurende herscholing van de gebruikers wordt daardoor steeds groter. Het onderwijs moet daarom mede sterk gericht worden op de algemene grondslagen van de techniek. Tevens brengt de sterke uitbreiding van de technische mogelijkheden een steeds grotere verantwoordelijkheid met zich mee voor de technicus ten opzichte van het gebruik van zijn vindingen voor of tegen de belangen van de maatschappij.

Ir. P. de Waard besloot zijn college met een citaat uit de Openbaringen van Johannes 21 : 2 en 26: 'De zekerheid van het tot stand komen van een nieuwe wereld berust alleen op het vertrouwen, dat deze als geschenk van boven zal komen, en dat het resultaat van onze inspanningen daarin een plaats zal vinden'.

Korte technische berichten

Landlijnversterkers gebruikt voor zeekabels

Binnenkort gaat de Deense PTT de door N.V. Philips' Communicatie Industrie voor landkabels ontworpen en door haar als zodanig toegepaste lijnversterkers ook voor zeekabels toepassen. Tot dusver heeft men in Denemarken de talrijke zeekabels uitgerust met speciaal voor dat doel geconstrueerde versterkers. De betrouwbaarheid van de in gebruik zijnde getransistoriseerde versterkers is echter zo groot gebleken dat men deze

kostenbesparende en waarschijnlijk unieke beslissing heeft durven nemen.

Elke zeekabel zal bestaan uit twaalf co-axiale geleiders. Om de 4 à 5 km worden de lijnversterkers (bandbreedte 12 MHz) aangebracht. Door sterke tegenkoppeling heeft men een zeer geringe intermodulatie en een ruisgetal kleiner dan 1 pW/km bereikt.

Na telkens acht versterkers van een vast ingesteld standaardtype wordt een versterker aangebracht waarvan de versterking vanuit een bovengronds station kan worden bijgeregeld. Deze stations bevatten tevens alle voedings- en foutlokaliseringsapparatuur van de gehele kabelverbinding en liggen op ongeveer 160 km van elkaar.

Philips' Persbericht JB 101268.

Varia

Conferentie 'Computer Science and Technology', 30 juni ... 3 juli 1969, Manchester. Call for papers.

Deze conferentie, die in het 'Royal Theatre of the Manchester Institute for Science and Technology' zal worden gehouden, wordt georganiseerd door 'The Computer Design Professional Group of the Institution of Electrical Engineers' Electronics Division', 'The Computer Group of the Institution of Electronic and Radio Engineers', 'The Institute of Mathematics and its Applications' en 'The Institute of Physics and the Physical Society'.

De volgende onderwerpen zullen aan de orde komen:
- Impact of high level languages etc.
- Store hierarchies: future requirements, engineering developments.
- Multi computer systems.
- Requirements of particular applications, such as large scientific problems, information banks, multi-access, etc.
- Special purpose machines and systems.
- Modern solutions of logic design problems: cellular arrys, LSI, design automation.
- Education of computer scientists and engineers.
- Storage technology.
- Display methods.

Voor het verkrijgen van nadere inlichtingen en inschrijfformulieren wende men zich tot The Conference Secretariat, The Institution of Electrical Engineers, Savoy Place, London W.C. 2., England.

Uit het NERG

201e Werkvergadering op vrijdag 21 februari 1969 in het European Space Research and Technology Centre (ESTEC) te Noordwijk. Aanvang 10.00 uur

Het 'European Space Research and Technology Centre' heeft de leden van de 'Benelux Section of I.E.E.E.' en van het N.E.R.G. voor een bezoek uitgenodigd. Het voorlopige programma omvat de volgende punten:

- Opening door de voorzitter van het N.E.R.G.
- Introductie door prof. dr. W. Kleen, directeur ESTEC.
- 'Telecommunications support for ESRE missions', voordracht door dr. ing. J. Toussaint, ESTEC.
- Bezoek aan enkele ESTEC-installaties.
- Lunch in de ESTEC-kantine (voor eigen rekening).
- 'Space technology applied to telecommunications equipments', voordracht door ing. M. Pellet, ESTEC.
- 'Coherent detection methods for space communication', voordracht door ir. R. Okkes, ESTEC.
- 'The project EURAFRICA: proposal for an European TV distribution satellite', voordracht door dr. R. Colleete, ESTEC.
- Sluiting door de voorzitter van de 'Benelux Section of I.E.E.E.'.

Ledenmutaties

Voorgestelde leden:
Ir. R. W. Okkes, Irenestraat 22, Leiderdorp.
Ir. M. A. Reinders, Beethovenlaan 11, Leidschendam.

Nieuwe leden:
Ir. J. P. A. Aarts, Raadhuislaan 54, Eemnes.
Ir. J. A. W. Gelens, Herschelstraat 17, Amsterdam.
J. C. de Granje, de Mildestraat 24, Den Haag.
J. P. Kunz, Kon. Julianalaan 205, Voorburg.
Ir. E. de Sénerpont Donis LTZ 3, Kruisbeklaan 54, Den Haag.
E. R. Smit, Burg. Sweenslaan 39, Leidschendam.
Ir. J. B. F. Tasche LTE E 3, Schubertplantsoen 51, Voorschoten.
Ir. P. van Wouwe, Soestdijkerstraatweg 1, Hilversum.

Nieuwe adressen van leden:
Ir. J. Bloemsma, Mient 499, Den Haag.
Prof. dr. H. Bremmer, Laan van Rijnwijk 1, Flat D 12, Zeist.
Ir. C. B. Broersma, Ruimzicht 39, (Torenwijck), Amsterdam-Osdorp.
P. K. Buys, Alpenlaan 2, Son, (N.-B.).
Ir. G. B. Deelman, Roland Holstlaan 708, Delft.
Ir. J. M. Douwes Dekker, Van Hogenhoucklaan 134, Den Haag.
Ir. L. J. W. van Loon, Dr. Kuyperlaan 56, Huizen, (N.-H.).
Ir. L. R. Nieuwkerk, Van Beeckstraat 18, Zoetermeer.
Ir. D. C. J. Poortvliet, Drienerbeeklaan 23, Enschede.
G. Prins, Jan Steenlaan 2, Oegstgeest.
Prof. dr. ir. J. P. M. Schalkwijk, c/o Dept. of Appl. Electrophysics U.C.S.D., Box 109 La Jolla (Calif. 92037) U.S.A.
Ir. J. S. van Sinttruyen, Roland Holstlaan 1047, Delft.
F. J. Soede, 38 Ch. de la Montagne, 1224 Chêne Bougeries, Suisse.
Dr. ir. A. Vermeer, Kon. Emmaweg 104, Houten (Ut.).
Ir. J. J. Visser, 5e Binnenvestgracht 6, Leiden.
Dr. F. W. de Vrijer, Boshovensestraat 11, Riethoven.
Ir. K. H. Wesseling, Nieuwe Schoolstraat 3, Den Haag.
Jhr. dr. ir. C. T. F. van der Wyck, Van Calcarlaan 42, Wassenaar.

Overleden:
Ir. A. J. Ehnle, Generaal Spoorlaan 591, Rijswijk (Z.-H.).
Prof. dr. G. Holst, Eeckenrhode Flat D 20, Aalst, (N.-B.).